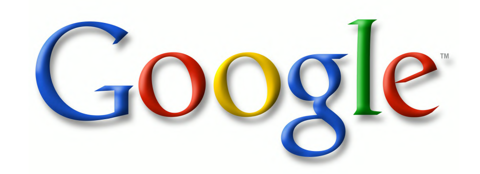
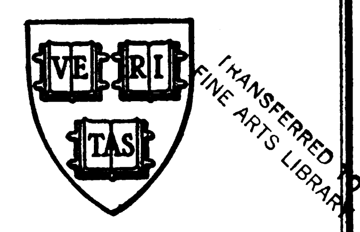




TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS

ÉTUDE MÉTHODIQUE DES APPAREILS.
LES ACCESSOIRES. USAGES ET APPLICATIONS DIVERSES DES PROJECTIONS.
CONDUITE DES SÉANCES.

Par H. FOURTIER.

TOME PREMIER :

LES APPAREILS.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,
ÉDITEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1892

LA PRATIQUE
DES PROJECTIONS.

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Dictionnaire pratique de Chimie photographique, contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie,* précédé de *Notions usuelles de Chimie,* suivi de *Manipulations photographiques.* Grand in-8; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 8 fr.

Les Positifs sur verre. *Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage.* Grand in-8, avec nombreuses figures; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 4 fr. 50.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS

ÉTUDE MÉTHODIQUE DES APPAREILS.
LES ACCESSOIRES. USAGES ET APPLICATIONS DIVERSES DES PROJECTIONS.
CONDUITE DES SÉANCES.

Par H. FOURTIER.

TOME PREMIER :

LES APPAREILS.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,
ÉDITEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1892

PRÉFACE.

L'usage des appareils de projection tend à se généraliser de plus en plus, et les récents progrès de la Photographie ont eu une grande influence sur ce mouvement.

Si, théoriquement, le maniement de la lanterne est chose simple, il n'en est pas de même pratiquement, et il est bon que l'opérateur soit mis en garde contre tous les petits accidents qui peuvent survenir. D'autre part, il est utile de donner à l'amateur, qui veut se livrer à l'art des projections, des indications précises sur le rôle et la valeur des diverses formes de lanternes, pour lui permettre de faire son choix en connaissance de cause.

C'est à l'étude pratique de la lanterne de projection que seront consacrés ces petits Volumes : notre but est d'initier les lecteurs à tous ces tours de main, dont la connaissance est indispensable pour préparer et mener à bien une séance de projections. Nous avons cherché à exposer méthodiquement la question, et, dans ce premier Volume, nous examinerons la théorie des projections, les différentes

formes des appareils et les diverses sources lumineuses employées.

Ces petits Volumes sont, en quelque sorte, la condensation de plusieurs années d'études suivies; on ne devra pas s'étonner de voir revenir souvent en ces pages le nom de M. Molteni, « la projection faite homme » comme on l'a spirituellement appelé, à la bonne grâce duquel nous sommes redevables de nombre de recettes.

Que M. A. Laverne et ses successeurs, MM. Clément et Gilmer, les constructeurs bien connus, avec lesquels nous travaillons depuis de longues années au perfectionnement des appareils, trouvent ici l'expression de nos remerciements bien cordiaux, pour l'aide qu'ils nous ont toujours donnée de si intelligente façon.

Nous serions heureux de voir que notre œuvre a pu être de quelque utilité pour la diffusion des projections, dont le regretté abbé Moigno voulait faire, avec juste raison, la base principale de l'enseignement.

LA PRATIQUE

DES PROJECTIONS.

LES APPAREILS.

CHAPITRE I.

UN MOT D'HISTOIRE.

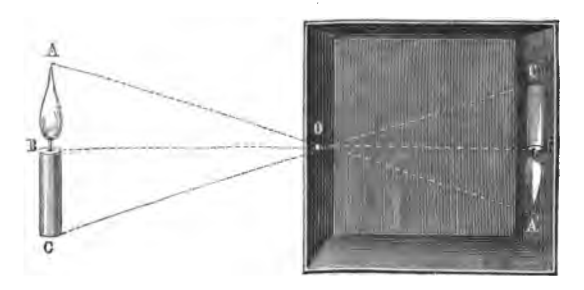
Définition. — Les origines de la lanterne de projection. — Perfectionnements successifs. — Les tableaux. — La lanterne magique en 1870.

1. Définition. — Il importe, avant tout, de définir exactement ce qu'on entend par appareil de projection. C'est un instrument destiné à fournir, au milieu de l'obscurité, sur un écran blanc, une image réelle, agrandie et lumineuse d'un objet. Si cet objet est éclairé par transparence, on a la lanterne de projection proprement dite; si l'objet est opaque, il est éclairé par réflexion, et l'appareil porte le nom général de mégascope.

2. Les origines de la lanterne de projection. — La chambre noire de Porta, découverte vers 1670, est en quelque sorte la première forme de la lanterne de projection.

D'une façon générale, on sait que si un objet lumineux AC, par exemple la flamme d'une bougie, est placé en face d'une chambre, maintenue dans l'obscurité et dont la paroi est percée d'une petite ouverture, il se forme sur la paroi opposée une image plus petite et renversée de l'objet.

Fig. 1.



La chambre noire.

L'image est très faible, mais à contours d'autant plus nets que l'ouverture est plus petite. Il est même intéressant de remarquer que l'antique appareil de Porta a été repris de nos jours et étudié avec précision, entre autres par le capitaine Colson [1], et sert maintenant, grâce à la sensibilité des plaques au gélatinobromure, à produire d'excellentes épreuves.

Qu'il nous soit permis de reproduire ici un passage d'un de nos écrits sur la lanterne de projection [2].

---

(1) R. Colson, *La Photographie sans objectif.* 2e édition. In-18 jésus, avec 1 planche; 1891 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

(2) H. Fourtier, *La Lanterne de projection, Manuel pratique.* Grand in-8°; 1889 (Paris, A. Laverne et Cie).

« Porta rendit l'image de la chambre noire plus brillante et plus nette en plaçant dans l'ouverture une lentille convergente et en mettant un écran blanc au foyer de la lentille. Dans son traité de la *Magie naturelle,* Porta fait une description enthousiaste de son appareil, « qui pourra bien» tôt servir, dit-il, à connaître tous les plus grands secrets » de la nature ». Deux siècles et demi plus tard, la chambre obscure était le point de départ de cette merveilleuse découverte moderne, la Photographie.

» On s'aperçut bientôt que si l'on plaçait un objet bien éclairé assez près de la lentille de la chambre noire, l'image produite était plus grande que l'objet lui-même, mais moins lumineuse. Cette nouvelle forme de la chambre obscure prit le nom de mégascope (qui voit grand), appareil que postérieurement le physicien Charles devait perfectionner.

» Tous ces travaux étaient comme la préparation du premier appareil de projection, proprement dit. On savait dès lors qu'un objet très éclairé placé près d'une lentille donnait une image agrandie et renversée de l'objet : cette image, à la vérité, était lumineuse, mais si l'on remplaçait l'objet opaque éclairé par réflexion par une peinture sur verre, transparente, renversée; et si un rayon lumineux aussi intense que possible venait la traverser, on devait avoir une image droite, agrandie et brillante. Enclore un foyer lumineux artificiel, pratiquer une ouverture dans cette sorte de lanterne, placer devant cette ouverture une peinture sur verre et en avant une lentille convergente, tel fut le premier appareil, qui reçut le nom de *lanterne magique.*

» Quelques auteurs ont voulu faire remonter tout au loin l'invention de la lanterne magique et en ont fait un des instruments des mystérieuses initiations d'Isis; rien n'est

moins prouvé et l'enchaînement rationnel des découvertes que nous venons d'exposer succinctement devait conduire, au XVIIe siècle, à la création de l'appareil. Le véritable inventeur est le P. Athanase Kircher, savant jésuite allemand (né à Geysen, près de Fulde, en 1602, mort à Rome en 1680).

» Dans son grand Traité de la lumière, *Ars magna lucis et umbræ*, le P. Kircher a donné une description très complète de cet instrument; lanterne close, lampe à réflecteur, objectif convergent, peintures sur verre : tout est minutieusement indiqué. Le lecteur curieux trouvera ces détails dans la deuxième édition du Traité (1671), au Livre X, Magia, pars 3, problema IV, page 768. Nous y verrons même que ce nom de lanterne magique lui a été donné par le savant jésuite lui-même. « Quam (lucernam) non immerito *magi-* » *cam* et *thaumaturgiam* appellandam duximus. »

» Dans nos recherches, nous avons vu, à plusieurs reprises, attribuer la lanterne magique à un physicien danois, Thomas Walgenstein. Nous trouvons le nom cité dans l'Ouvrage du P. Kircher, qui ajoute à ce propos : « Reprenant nos in- » ventions décrites ici, il ramena à une meilleure forme la » lanterne décrite par nous et en vendit dans la suite, à son » grand profit, à plusieurs princes italiens. » La question est donc résolue par le P. Kircher lui-même. »

3. Perfectionnements successifs. — Sans nous attarder à la description des divers perfectionnements apportés successivement à la lanterne magique, nous signalerons les travaux de l'abbé Nollet et d'Euler pour améliorer la partie optique : le mégascope du physicien Charles (1780), le *fantascope* de Roberston (1798). Dans la partie optique, il convient de rappeler la découverte de Dollond (1758), qui rendit

les lentilles achromatiques par l'association de verres de densités différentes. Mais les progrès ne purent réellement se manifester que lors de l'apparition des lumières intensives. En 1780, Argand donnait à la lampe à l'huile un plus grand pouvoir éclairant en employant une mèche à double courant d'air.

En 1804, Drumond découvre la lumière oxyhydrique, qui cependant ne devient pratique que vers 1865, après les travaux de Carverlaris et Bourbouze entre autres.

En 1844, Foucault, en inventant son régulateur, favorisait l'emploi de la lumière électrique.

Enfin, en 1865, un nouvel agent d'éclairage faisait son apparition, le pétrole : grâce à sa vive lueur, il était possible de créer des modèles de lanternes de projection propres à donner de très belles images, et le premier modèle construit en ce sens nous vint d'Amérique, sous le nom de *Sciopticon*. Il employait une lampe à pétrole à deux mèches avec condensateur double et un objectif semblable à ceux que la Photographie employait alors.

4. Les tableaux. — Mais il est utile de noter que ces divers perfectionnements n'ont pu recevoir une impulsion plus vive qu'après la découverte de la Photographie. Il a été seulement alors possible de renoncer aux tableaux peints sur verre, qui, avec de forts grossissements, n'étaient plus que de grossières images, et employer de petites vues photographiques supportant sans peine des agrandissements considérables. Les progrès des appareils de projection sont étroitement liés aux progrès de la Photographie.

5. La lanterne magique en 1870. — En terminant ce rapide exposé historique, il convient de rappeler la grande

mission que la lanterne magique du P. Kircher eut à remplir en 1870, aux heures sombres de Paris assiégé. On ne peut oublier qu'elle put servir, selon l'énergique expression de M. Legouvé, à « ravitailler les âmes ». Car c'est elle qui fut chargée de déchiffrer ces microscopiques correspondances envoyées par la province, sous l'aile d'un pigeon, à Paris angoissé. C'était là une application toute particulière qui fait honneur à ceux qui l'ont conçue et ont su l'appliquer. Il est bon de citer parmi eux les noms de Dagron le photographe et de MM. Mercadier et Cornu, les directeurs du service.

CHAPITRE II.

DÉFINITION ET THÉORIE DES PROJECTIONS.

Définition. — Les lentilles convergentes. — Lois de formation des images. — Méthode générale de projection. — Grossissement des images. — Calcul du grossissement. — Limites du grossissement. — Les défauts de l'objectif. — Les qualités du système optique.

6. Définition. — Tout appareil de projection comprend :

1° La *source lumineuse,* dont nous étudierons les multiples formes dans les Chapitres suivants.

2° Le *corps,* ou lanterne, destiné à enclore la source lumineuse et à arrêter tout rayon en dehors de ceux qui sont concentrés sur le tableau à agrandir. Il est, en effet, indispensable que les projections se fassent dans une chambre obscure, et tout rayon de lumière blanche qui viendrait à se mêler au faisceau émané de la lanterne n'aurait d'autre effet que d'affaiblir la projection.

3° L'*appareil optique,* qui comprend le *condensateur* et l'*objectif.*

On appelle du nom général de *tableaux* les vues transparentes, photographiques ou peintes, qui sont destinées à être agrandies.

On concentre sur les tableaux la lumière fournie par la source lumineuse à l'aide d'une lentille ou d'un ensemble de lentilles, qu'on nomme *condensateur.* A la sortie du condensateur, le faisceau de lumière, modifié par le passage

à travers le tableau, se forme en un cône, et est repris par une lentille ou un ensemble de lentilles qui porte le nom d'*objectif*.

Cet ensemble du condensateur et de l'objectif porte aussi le nom de *tête;* on dit un appareil à deux têtes, à trois têtes pour exprimer qu'il comporte deux ou trois objectifs.

Le rôle de l'objectif est d'amplifier l'image et de la projeter sur une surface blanche appelée l'*écran*.

L'image projetée ne peut être nette que s'il existe un certain rapport entre la distance de l'objectif au tableau et la distance de l'objectif à l'écran : rétablir ce rapport en avançant ou reculant l'objectif est ce qu'on nomme la *mise au point*.

Ces définitions données, il ne sera pas inutile d'établir en leurs grandes lignes les propriétés des lentilles, particulièrement des lentilles convergentes, sur lesquelles repose la théorie des projections [1].

7. Les lentilles convergentes. — On appelle *lentilles convergentes* des masses de verre transparentes limitées par des surfaces sphériques.

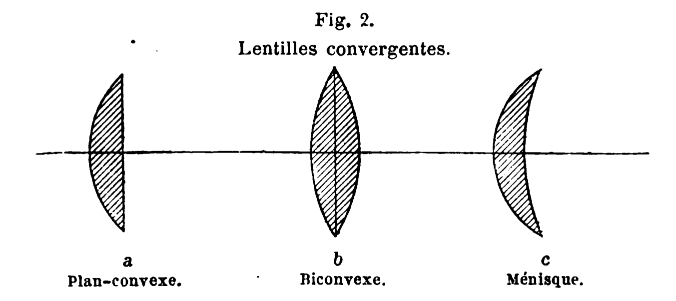
Les lentilles convergentes sont caractérisées par ce fait que les bords en sont toujours plus minces que le centre. Elles peuvent se présenter sous trois formes différentes : *plan-convexes* (*fig.* 2, *a*), *biconvexes* (*fig.* 2, *b*) et *ménisques* (*fig.* 2, *c*), appelées aussi *concaves-convexes*.

On les appelle *convergentes*, parce qu'elles ont la pro-

[1] *Voir*, au sujet de la théorie optique, A. SORET, *Optique photographique*. Notions nécessaires aux photographes amateurs. Étude de l'objectif. Applications. In-18 jésus, avec nombreuses figures; 1891 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

priété de réunir en un seul point le faisceau de rayons parallèles qui frappe leur face opposée. Ce point, qui correspond à peu près à leur centre de courbure, s'appelle *foyer principal.* La distance qui sépare le foyer du centre de la

Fig. 2.
Lentilles convergentes.



lentille porte le nom de *distance focale,* et, par abréviation, on l'appelle souvent *foyer.*

Nous ne nous attarderons pas à étudier le mode de formation des images, cette question a été complètement traitée par M. Wallon dans la *Bibliothèque photographique* (¹); il nous suffira de rappeler ici les lois principales qui en découlent.

8. Lois de formation des images. — Ces lois peuvent se résumer aux trois points principaux suivants :

I. Si l'objet est à une distance égale à deux fois la distance focale, il se formera de l'autre côté, et à égale distance de la lentille, une image renversée de mêmes dimensions que l'objet.

(¹) WALLON (E.), *Traité élémentaire de l'Objectif photographique.* Grand in-8, avec 135 figures; 1891 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

II. Plus l'objet se rapproche du foyer principal, plus l'image grandit, mais aussi plus elle s'éloigne.

III. Quand l'objet éclairé est au foyer principal, l'image se forme à l'infini ou, si l'on préfère, il n'y a plus d'image.

IV. Quand l'objet éclairé dépasse le foyer principal, se rapprochant de la lentille, il n'y a plus d'image réelle, il se forme du côté de l'objet une image agrandie, virtuelle et de même sens.

9. Méthode générale de projection. — Des considérations générales qui précèdent, il résulte que la formation

Fig. 3.

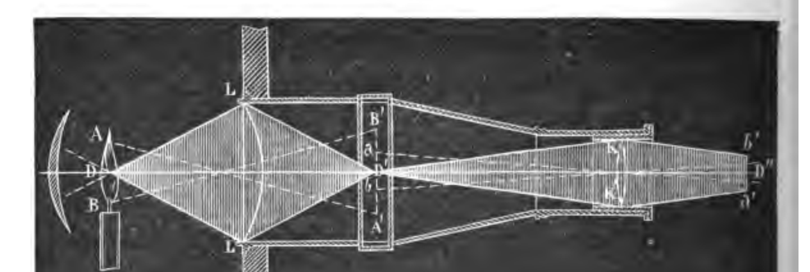


Schéma des projections.

des images dans les appareils de projection peut être représentée par la figure schématique ci-dessus (*fig.* 3) :

AB est la source lumineuse, munie en arrière d'un réflecteur, qui a pour but de renvoyer vers l'image les rayons opposés; les rayons émanés de cette source sont concentrés par le condensateur LL', qui éclaire vivement le tableau

transparent A′ B′ placé, renversé, dans une fente latérale de la lanterne, qu'on nomme *glissière*. En avant de l'image se trouve le *cône porte-objectif*, et l'objectif KK′, qui forme dans l'espace un premier cône convergent de lumière qui, après s'être resserré, s'épanouit de nouveau pour former sur l'écran l'image agrandie. (Cette partie du faisceau n'est pas représentée dans la figure.)

Pour que les images se forment avec netteté, il est absolument indispensable que le centre D de la source lumineuse, D′ de l'image, D″ de l'objectif soient exactement sur une même ligne droite, sinon on aurait non seulement des déformations, mais encore des inégalités d'éclairage, comme nous le verrons plus loin.

10. Grossissement des images. — On nomme grossissement des images le rapport qui existe entre les dimensions homologues du tableau et de la projection.

Il est à noter que les tableaux de projection sont de forme carrée, ou du moins, c'est la forme communément adoptée en France, et ils ont en moyenne $0^{m},070$ de hauteur; la plupart des constructeurs indiquent comme grossissement le diamètre du disque fourni par l'appareil, ce qui majore, comme on le voit, la grandeur réelle obtenue; ce grossissement s'appelle *grossissement linéaire* ou *en diamètre*.

Le grossissement est parfois donné d'après la surface couverte : les surfaces étant entre elles comme les carrés de leurs dimensions homologues, ce second mode d'évaluation semble donner des images bien supérieures en grandeur au premier, mais ce n'est, on le conçoit, que chose relative. En effet, si un tableau de $0^{m},070$ de hauteur donne une projection de $2^{m},10$, le grossissement en diamètre sera

exprimé par le chiffre 30, le grossissement superficiel par le chiffre 900.

11. Calcul du grossissement. — D'après les lois des lentilles données plus haut (n° **8**), il est facile de fixer par une formule les lois qui régissent le grossissement.

Si nous appelons :

f, le foyer de l'objectif;
d, la hauteur de la vue;
D, la hauteur correspondante de la projection;
R, le recul de la lanterne,

ces quatre quantités sont reliées par la formule suivante :

$$\frac{d}{D} = \frac{f}{R}.$$

Cette première formule nous servira à déterminer l'une des quantités, les trois autres étant connues, et par suite nous permettra de résoudre tous les problèmes possibles des projections.

1° *Grossissement.* — Étant donné un objectif de foyer f, et un recul de R mètres, quelle sera la grandeur atteinte par l'image projetée?

Nous avons

$$Df = dR,$$

d'où

$$D = \frac{dR}{f}.$$

Supposons que le foyer soit $0^m,125$ (c'est le foyer le plus généralement employé) et que le recul soit de $3^m,75$: la hauteur du tableau est toujours de $0^m,070$; la formule se

réduit à

$$D = \frac{0,070 \times 3,750}{0,125} = 2^m,10.$$

2° *Recul.* — Étant donné un objectif de foyer *f*, quel sera le recul nécessaire pour avoir une image de hauteur D?

La formule donne

$$R = \frac{Df}{d};$$

si le foyer est de $0^m,125$, la hauteur d'image désirée $2^m,10$, on a

$$R = \frac{2^m,10 \times 0,125}{0,070} = 3^m,75.$$

3° *Foyer.* — Inversement, si l'on est limité pour le recul et qu'on désire avoir une grande image, il sera utile de prendre un objectif différent, et la formule indiquera la longueur du foyer nécessaire.

Supposons qu'on n'ait qu'un recul de $2^m,50$, on désirerait avoir une image de 2^m, la formule ci-dessus nous montre que, avec notre objectif de $0^m,125$ de foyer, l'image n'atteindrait que $1^m,40$; l'objectif devra avoir un foyer donné par la formule

$$f = \frac{dR}{D} = \frac{0,07 \times 2,50}{2} = 0^m,088.$$

12. Limites du grossissement. — Théoriquement, le grossissement des images peut être poussé très loin; pratiquement, il est limité par l'intensité même de la source lumineuse employée. Plaçons en effet un écran à une distance *d* d'un foyer de lumière. Il intercepte le cône lumi-

neux et le disque formé a un éclairement d'intensité I. Reculons l'écran à une distance $2d$, le disque augmente aussitôt et sa hauteur est double, mais sa surface devient quatre fois plus grande. Il en résulte qu'une portion égale à la première surface éclairée reçoit quatre fois moins de rayons lumineux. A la distance $3d$, le disque sera neuf fois plus grand; à la distance $4d$, il sera seize fois plus grand et dans chaque cas la lumière sera neuf fois, seize fois plus faible par unité de surface. Inversement, pour obtenir la même clarté, la source devrait être quatre, neuf, seize fois plus intense [1].

Ainsi le maximum de grandeur des tableaux sera toujours limité par le pouvoir lumineux de la source; à chaque sorte d'éclairage correspond une grandeur maxima qu'il ne faut point dépasser, sinon l'image n'a pas de clarté et devient en quelque sorte confuse par le manque d'oppositions entre les blancs et les noirs. Il ne nous est pas possible de donner ici des limites exactes du grossissement propre à chaque genre de source lumineuse, le pouvoir éclairant de chacune d'elles pouvant varier dans de larges limites, suivant qu'elle est plus ou moins bien employée. Il y a lieu d'éviter les images trop petites, avec de forts éclairages, car très lumineuses, au milieu de l'obscurité ambiante, elles fatiguent beaucoup les yeux des spectateurs. Il en est de même inversement, du reste, les images manquant d'intensité forcent l'œil à un pénible travail d'accommodation pour bien saisir les détails.

En tout cas, le lecteur aura compris, d'après ce qui précède, combien fausse est l'idée, qu'on entend couramment

[1] Théoriquement, car, par suite des pertes de toutes natures, la lumière devra croître pratiquement en de plus fortes proportions.

émettre, que le grossissement des tableaux dépend uniquement de l'appareil optique. Celui-ci permet d'avoir la netteté sur toute la surface, et assure la rectitude des lignes s'il est bien construit, mais là se borne son action.

13. Les défauts de l'objectif. — L'objectif peut présenter divers défauts que nous allons énumérer :

1° *Manque d'achromatisme.* — Ce défaut se reconnaît aux caractères suivants : l'image est frangée de rouge et de bleu; ces colorations sont plus sensibles sur les bords que sur le centre de la vue. Mais il est à noter que l'effet peut être produit aussi par le mauvais centrage de la source lumineuse et il est toujours bon de s'assurer si l'achromatisme ne provient point de ce fait. (*Voir* Chapitre X.)

2° *Distorsion des lignes.* — Lorsque l'objectif est à très court foyer, ou que la combinaison optique a été mal réglée, les lignes verticales et horizontales s'incurvent : si les lignes sont concaves, c'est-à-dire s'incurvent sur le centre, on a la distorsion en croissant; si elles sont convexes, on a la distorsion en barillet. Dans les objectifs quart de plaque (système Petzwal), ce défaut provient en général d'un mauvais centrage des lentilles ou d'une erreur en remontant les lentilles après nettoyage : la cause indique le remède. Dans les lentilles à court foyer, la distorsion vient des rayons marginaux trop réfractés par la construction même de l'objectif; on y remédie en diaphragmant l'objectif à l'avant, de manière à laisser passer seulement le pinceau lumineux central.

14. Qualités du système optique. — Il est absolument nécessaire que le condensateur soit composé de lentilles

parfaitement pures; les stries, bulles d'air, etc., seraient fortement grossies par l'objectif et nuiraient à la pureté de l'image. Il n'en est pas de même de l'objectif; ces mêmes défauts n'ont pas d'action appréciable sur l'image et une lentille bullée sur les bords n'altère en rien la projection. Il est absolument utile que l'objectif soit parfaitement achromatique; mais, d'autre part, comme il n'est destiné qu'à donner une image physique, il est inutile que la correction du foyer chimique soit faite; il est même à noter que cette correction ne se faisant qu'aux dépens de la valeur de l'image physique, il vaut mieux employer un système non corrigé.

CHAPITRE III.

LE SYSTÈME OPTIQUE.

CONDENSATEURS ET OBJECTIFS.

Le condensateur. — Diverses formes adoptées. — Choix du condensateur. — Le réflecteur. — Positions du réflecteur et du condensateur. — Les objectifs. — L'objectif double. — Courts foyers. — Longs foyers. — Montures d'objectif. — Obturateurs.

On donne, ainsi que nous l'avons dit, le nom de système optique à l'ensemble de l'objectif et du condensateur; nous allons étudier séparément ces deux parties.

15. Le condensateur. — Le condensateur a pour objet de concentrer et de répartir également la lumière sur toute la surface de l'objet à projeter : on vérifie facilement ce dernier point en essayant de projeter un tableau, après avoir enlevé le condensateur; on s'aperçoit de suite que le centre seul de la vue est éclairé.

Dans les lanternes ordinaires, le condensateur se réduit à une lentille plan-convexe, à très court foyer, ou, si l'on préfère, à courbure très prononcée et qu'on nomme souvent, pour cette raison, *demi-boule*. Cette lentille se place tout

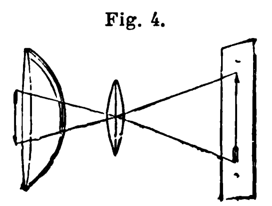
2.

près et en avant du tableau, la partie plane tournée vers ce dernier.

C'est ainsi que sont constitués les condensateurs des lanternes magiques (*fig.* 4).

Dans les appareils de projection, ce dispositif serait in-

Fig. 4.



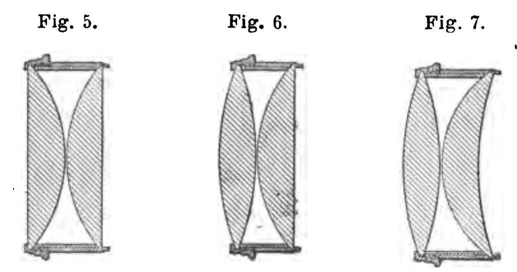
Condensateur en demi-boule.

suffisant parce qu'il n'utilise que d'une façon très imparfaite le faisceau lumineux.

Le condensateur le plus ordinairement employé se compose de deux lentilles plan-convexes, enchâssées dans une monture, les convexités en regard (*fig.* 5).

La source lumineuse étant au foyer de l'une des lentilles,

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.



Diverses formes de condensateurs doubles.

le faisceau de lumière, après l'avoir traversée, est rendu convergent par la seconde lentille. Le tableau doit être

placé aussi près que possible et en avant de la seconde lentille, de manière à se trouver compris dans le cône lumineux. Par cette disposition, on voit que la lumière est non seulement mieux utilisée, mais qu'elle est en même temps répartie d'une façon plus égale sur toute la vue.

On a aussi proposé l'accouplement d'une lentille plan-convexe et d'une lentille biconvexe; cette forme ne semble pas présenter d'avantages sur la première (*fig.* 6).

Herschel a employé un ménisque de flint et une lentille biconvexe de crown : cette disposition (*fig.* 7) a non seulement l'avantage d'achromatiser les rayons, mais encore de réduire la longueur focale du côté de la source lumineuse, le ménisque étant tourné vers elle : de cette manière, on utilise une plus grande somme de rayons émanés par la source.

Pour les lanternes d'agrandissement, Dallmeyer a construit un condensateur composé d'une lentille plan-convexe en flint et d'une lentille biconvexe plus large à courbures inégales. La courbure tournée vers le plan-convexe est de même rayon que celle-ci, l'autre est de rayon beaucoup plus prononcé : cette disposition donne des images moins lumineuses peut-être, mais dans lesquelles la répartition de la lumière est faite d'une façon très égale.

En Amérique, on emploie souvent des condensateurs triples, une biconvexe entre deux plan-convexes ou deux ménisques. Il ne semble pas que cette disposition présente des avantages bien marqués, car il y a lieu de faire observer que les lentilles ont un pouvoir absorbant assez considérable; d'autre part, de tels condensateurs sont à la fois très lourds et très onéreux.

Dans les lanternes d'agrandissement, destinées aux clichés de grande dimension, on se sert de condensateurs rectan-

gulaires composés de deux lentilles plan-convexes disposées comme dans la *fig.* 5 mais dont a coupé les portions excédant le rectangle inscrit (*fig.* 8). Cette disposition a l'avan-

Fig. 8.



Condensateur carré.

tage d'exiger moins d'espace et d'être à la fois plus légère. Cette forme est due à Hughes.

16. Choix du condensateur. — D'après l'exposé qui précède et la théorie même des condensateurs, on sera guidé dans le choix de ceux-ci par les considérations suivantes :

Lorsqu'il s'agit d'images transparentes, c'est-à-dire dans le cas des projections ordinaires, le condensateur à double lentille plan-convexe de même diamètre est le meilleur; une telle disposition permet d'avoir des foyers relativement courts et les dimensions générales de la lanterne peuvent être réduites.

En général, les condensateurs ont un diamètre qui varie entre $0^m,100$ et $0^m,120$ et un foyer de $0^m,075$ à $0^m,090$.

Si les objets à éclairer par transparence ont une certaine épaisseur, comme dans les appareils pour projections scientifiques, il sera mieux d'adopter la disposition d'Hers-

chel, le foyer est court du côté de la source lumineuse et le cône émergeant plus allongé éclaire mieux les objets en profondeur.

Pour les agrandissements, on préférera le dispositif de Dallmeyer, qui a l'avantage de rendre l'éclairage général plus égal. La perte de lumière est alors de peu d'importance, puisqu'elle peut se racheter facilement par une pose plus prolongée. Ceci même est, à notre avis, le plus souvent un avantage, puisque les variations dans la longueur d'exposition sont plus faciles à déterminer et les erreurs de pose moins graves.

17. Le réflecteur. — En général, la source lumineuse émettant des rayons en tous sens, suivant une sphère, un quart au plus de sa puissance serait utilisée si l'on n'avait soin de ramener sur le condensateur les rayons d'arrière.

Si la lumière était réduite à un point mathématique, la meilleure forme à donner au réflecteur serait la forme parabolique : car on sait qu'une surface de telle nature a la propriété de réfléchir parallèlement à son axe principal les rayons émanés de son foyer. Mais, pour nos sources lumineuses habituelles, on ne peut employer un tel dispositif, parce qu'elles présentent en général une surface assez large. On se contente d'un réflecteur sphérique; les rayons émis par la source vont se briser sur le réflecteur, les uns revenant sur la source, les autres se diffusant vers le condensateur. Le rayon de courbure d'un tel condensateur devra être exactement égal à la distance du centre du condensateur au centre de la flamme, ou, si l'on préfère, de même foyer.

Le réflecteur est habituellement en plaqué d'argent; il

doit être l'objet de soins particuliers, car il se ternit rapidement sous l'influence de la chaleur dégagée par la source : on lui rend son brillant au moment même d'exécuter les projections, en le frottant avec une peau de chamois et un peu de rouge d'Angleterre, ou avec un de ces linges préparés au savon et au rouge, vendus dans le commerce sous le nom de *serviette magique*.

Avec la lumière oxyhydrique, il est inutile de se servir de réflecteur, le bâton de chaux n'étant illuminé que du côté du condensateur. Il en est de même pour la lumière à arc; si l'on a eu le soin d'excentrer très légèrement les deux crayons, il se forme dans le charbon inférieur une sorte de coupelle inclinée, tournée vers le condensateur et qui réfléchit toute la lumière vers ce dernier.

18. Position du réflecteur et du condensateur. — Il est très important, lorsqu'on dispose le réflecteur et le condensateur, de les placer de manière à ce que la source lumineuse soit exactement au foyer de l'un et de l'autre. Nous verrons, en parlant de l'organisation de la séance, que le disque de projection n'est éclairé par une lumière blanche et égale dans le cas seulement où cette condition est remplie. (*Voir* tome II).

Il en est de même pour le réflecteur et, en l'avançant ou le reculant, on voit parfaitement, en suivant l'expérience sur l'écran, qu'il est une position où le maximum de lumière est donné, cette position est précisément celle dans laquelle le centre de courbure du réflecteur coïncide avec le centre de la flamme.

19. Les objectifs. — Le rôle de l'objectif est de reprendre le faisceau lumineux modifié par son passage à

travers le tableau transparent et de former sur l'écran une image nette et agrandie de ce tableau.

Dans les lanternes magiques, l'objectif est simplement constitué par une lentille biconvexe (*fig.* 12), montée sur un tube qui coulisse dans une monture attenant au corps de la lanterne et se prolongeant en avant du tableau. Une telle disposition, suffisante pour les grossières images de la lanterne, présente de nombreux défauts, inadmissibles lorsqu'il s'agit de grandes projections. Par suite de la dispersion, les bords de l'image se frangent de couleurs irisées et, d'autre part, les lignes droites sont déformées et paraissent s'incurver soit en dedans, soit en dehors (distorsion en barillet ou en croissant).

On sait que, dans les objectifs, on évite ces deux défauts : à l'aide de combinaisons de lentilles convexes et concaves de matières de densités différentes, le *flint* et le *crown*, on arrive à l'achromatisme, et, en employant des combinaisons doubles de telles lentilles, on rend les images rectilignes.

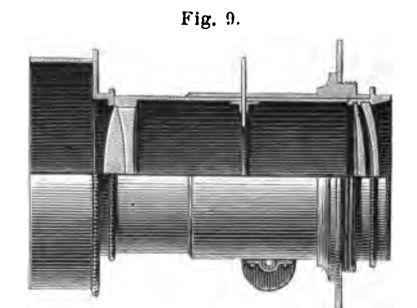
D'autre part, l'image étant formée suivant une surface courbe (portion de sphère), ne serait pas nette sur ses bords, on l'*aplatit* en disposant sur le trajet du faisceau des diaphragmes. Ceux-ci, qui ne sont autre chose qu'une plaquette de métal percée d'une ouverture inférieure à celle de l'objectif, écartent les rayons marginaux qui tendent à former une image en avant du plan de l'image centrale.

20. L'objectif double. — L'objectif le plus généralement employé est la combinaison symétrique due à Petzwal (*fig.* 9) et connue sous le nom d'objectif double à portrait. Il est très lumineux et si, en Photographie, on lui reproche d'avoir

peu de profondeur ([1]), dans le cas des projections ce défaut n'a aucune importance, puisque l'objet est une image plane. D'autre part, il a un foyer très court.

Cet objectif se compose : en avant, d'une lentille biconvexe en crown et d'une lentille biconcave en flint. Ces deux lentilles sont collées ensemble à l'aide de baume du Canada. A l'arrière est une lentille biconvexe en flint et un ménisque

Fig. 9.



Objectif double Petzwal.

divergent en crown : ces deux lentilles sont séparées par une couche d'air, à l'aide d'un anneau.

Ce système de lentilles est monté dans un tube coulissant dans une monture fixe et manœuvrée par un large bouton qui engrène par un pignon sur une crémaillère fixée sur le tube portant les lentilles. De cette façon on peut avancer ou reculer l'objectif de très petites quantités, de manière à faire exactement la mise au point.

Les constructeurs ont apporté diverses modifications à

([1]) On dit qu'un objectif manque de profondeur lorsqu'il ne donne pas une image nette de plusieurs plans successifs.

l'objectif de Petzwal, de façon à augmenter son rendement. Clément et Gilmer donnent à la combinaison arrière un plus grand diamètre qu'à la combinaison d'avant [1]; le cône lumineux émané de l'objet est mieux saisi et les lentilles d'avant formant en quelque sorte diaphragme et écartant les rayons extrêmes, l'image est par suite plus nette et plus lumineuse.

21. Courts foyers. — En raccourcissant la distance qui sépare les deux systèmes de lentilles, on réduit la longueur du foyer, mais il est alors nécessaire d'employer des lentilles de grand diamètre et de diaphragmer assez fortement en avant de la lentille frontale. Cette disposition a l'inconvénient de faire perdre un peu de lumière, mais si cet effet est sensible avec les lampes au pétrole, il a peu d'importance avec la lumière oxyhydrique, et, comme l'image n'est fournie que par la partie centrale de l'objectif, elle a une très grande finesse; d'autre part, grâce à la faible longueur du foyer, on peut obtenir de très grandes images sans être obligé d'avoir recours à un recul considérable. On est même arrivé à calculer une combinaison telle que le diamètre du disque soit égal au recul de l'appareil, ce qui permet de définir très rapidement la grandeur des projections possibles dans un espace donné.

22. Longs foyers. — Inversement, lorsqu'on est obligé de tenir la lanterne à de grandes distances de l'écran, pour une même grandeur d'image, il y a lieu d'employer des objectifs à longs foyers. Dallmeyer a, dans ce but, modifié

---

[1] Les lentilles d'avant ont $0^m,043$ de diamètre, celles d'arrière $0^m,052$.

CHAPITRE IV.

LES FORMES DE LA LANTERNE.

PROJECTION DES CORPS TRANSPARENTS.

Classification des lanternes. — Les lanternes magiques. — Lanterne Molteni. — Lanterne Laverne. — Appareils de projections simples. — Polyoramas. — Vues fondantes. — Écran fondant. — Œil de chat. — Robinet fondant.

25. Classification des appareils. — La lanterne de projection a pris de multiples formes, qui dépendent de la source lumineuse, du but à atteindre, de la combinaison optique employée. On peut, au point de vue du but cherché, les diviser en diverses catégories qui sont les suivantes :

(*a*) Si l'objet à agrandir est transparent et l'image reçue sur un simple écran blanc, on a la *lanterne de projection* proprement dite, dont la forme la plus ordinaire est la *lanterne magique.*

(*b*) Si l'objet est transparent et l'image reçue sur une surface sensible, on a la *lanterne d'agrandissement,* qui sert aux images photographiques.

(*c*) Si l'objet est opaque, il sera éclairé par réflexion et la

lanterne prendra les divers noms de *mégascope* (qui voit grand), *aphengescope* (qui voit les corps opaques) ou plus simplement *lanterne pour corps opaques*.

(*d*) Si l'objet est transparent, mais de dimensions très réduites, et nécessitant par suite un système optique de fort grossissement, on a le *microscope de projection*.

(*e*) Lorsque l'appareil est destiné à la production de spectres ou de fantômes, il porte le nom de *fantascope* ou *lanterne de fantasmagorie*.

(*f*) L'accouplement de deux ou plusieurs lanternes, de manière à fournir des images soit en même temps, soit successivement par substitution décroissante, porte le nom de *polyorama*. Dans le premier cas, une des lanternes sert à projeter l'ensemble d'un tableau, l'autre à l'animer; dans le second cas, les vues se succèdent et semblent se fondre l'une dans l'autre, d'où l'appellation d'*appareil à vues fondantes* ou, d'après l'anglais, *appareil dissolwing*.

La nature de la source lumineuse employée a fait donner aux appareils une suite de noms particuliers, savoir :

Lanternes à l'huile ou au pétrole, *lampascopes;*
Lanternes oxyhydriques;
Lanternes électriques, etc.

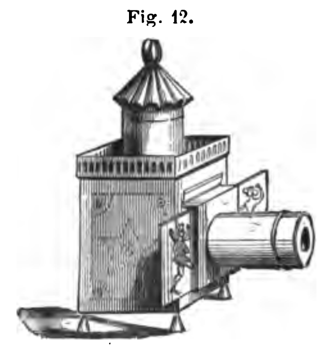
Dans ce Chapitre, nous étudierons seulement les lanternes destinées à la projection des corps transparents.

Les modèles sont très nombreux et les constructeurs se sont ingéniés à l'envi pour leur donner les formes les plus diverses : il ne peut entrer dans notre cadre de décrire tous les modèles, nous nous contenterons de montrer les principaux en indiquant leurs applications.

26. Les lanternes magiques. — Sous ce nom général

de *lanternes magiques* doivent être compris tous les appareils à faible grossissement, qui emploient les vues peintes sur verre et sont surtout destinés à faire la joie des enfants. Leur système optique se réduit à un condensateur formé par une lentille demi-boule (voir *fig.* 12) et une lentille biconvexe, pour objectif. Celle-ci est montée en avant d'un

Fig. 12.



La lanterne magique.

tube, qui coulisse à frottement dans une douille fixée au corps de la lanterne et renfermant le condensateur. Cette douille se relie au corps de la lanterne par une plaque en métal, repliée, formant glissière pour le passage des bandes coloriées. La forme de lanterne que nous reproduisons ci-dessus a été longtemps en faveur : éclairée par une petite lampe à huile, au lumignon fumeux, un simple disque de fer-blanc embouti lui servait de réflecteur. Les verres étaient glissés derrière le condensateur et l'image produite atteignait au plus $0^m,50$ à $0^m,60$.

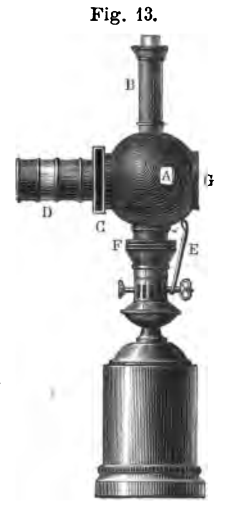
27. Le lampascope. — Sous le nom de *lampascope*, un premier perfectionnement fut apporté à ce rudimentaire



appareil. La source lumineuse était fournie par les lampes à modérateur généralement employées, car ainsi que le montre la *fig.* 13, l'appareil remplaçait le globe ordinaire de la lampe.

Le lampascope comprend une chambre sphérique A, dis-

Fig. 13.



Le lampascope.

posée de telle façon que la flamme de la lampe occupe exactement le centre de cette sphère [1]. Au besoin, pour arriver à ce but, on surélève l'appareil à l'aide de rondelles de carton F empilées sur la galerie. La sphère est surmontée d'une cheminée opaque B, entourant le verre de la lampe

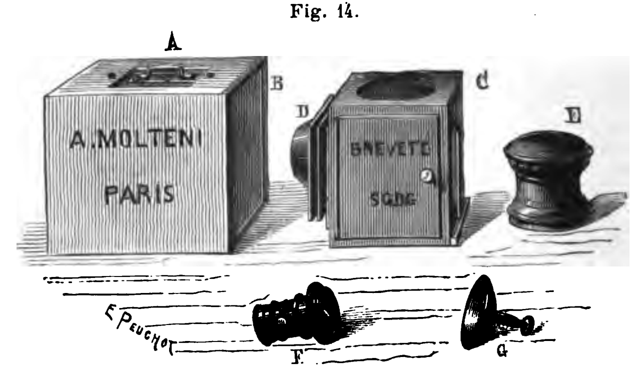
---

[1] Si l'appareil est bien construit, le centre de la sphère doit être le centre de courbure du condensateur, c'est-à-dire au foyer de la lentille demi-boule.

et empêchant la lumière émise par celle-ci d'affaiblir l'image projetée. En avant de la chambre sphérique, est disposée la glissière C pour le passage des vues et le tube à rallonge portant le condensateur en demi-boule et la lentille objectif. Pour équilibrer ce système, un anneau muni d'une cordelette E vient se relier à une des clefs de la lampe; enfin à l'arrière est placé le réflecteur G, qui dans certains modèles est monté sur charnières à la manière d'une porte, pour permettre la surveillance facile de la marche de la lampe : en général, le réflecteur est alourdi avec du sable pour faire contrepoids au système optique.

28. Lanterne Molteni. — C'était déjà là un progrès, la puissance lumineuse était singulièrement accrue : un habile constructeur parisien, M. Molteni, a apporté à ces appareils un perfectionnement notable en améliorant le système optique et en donnant à l'ensemble une forme plus pratique.

Fig. 14.

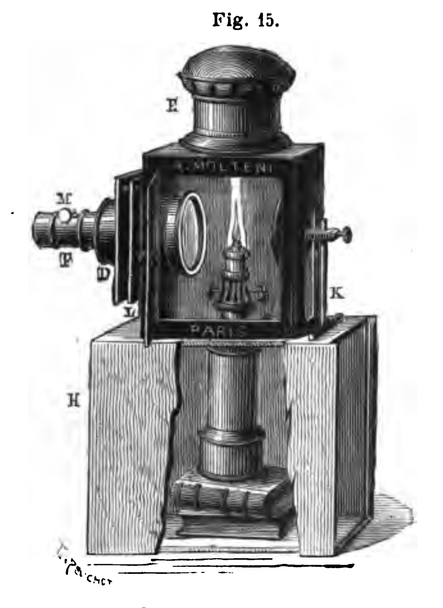


Lanterne Molteni fermée.

La lanterne repliée se réduit à une simple boîte cubique (*fig.* 14), munie à sa partie supérieure d'un poignée A, montée sur planchette mobile, et à l'arrière d'une porte coulissante B.

La boîte contient le corps de la lanterne et l'appareil op-

Fig. 15.



La même montée.

tique. La lanterne L (voir *fig.* 15), se place sur la boîte H, qui lui sert de support et, dans l'intérieur, on met une lampe modérateur qu'on élève de la quantité voulue, soit à l'aide de livres, soit mieux en glissant le fond mobile dans les crémaillères dont la boîte est munie intérieurement. Sur la lanterne se place la cheminée E et en avant, sur le cône

D, se visse l'objectif F. Enfin, à l'arrière, on dispose le réflecteur qui peut coulisser sur la tige K.

Un tel appareil peut donner, avec une bonne lampe modérateur, des images carrées de $1^m,50$ à $1^m,75$ de côté, suffisamment éclairées.

29. Petite lanterne de Laverne. — Une lanterne magique assez perfectionnée (*fig.* 16), a été construite par M. Laverne. Il emploie une lampe à pétrole, à mèche plate, qui forme elle-même le corps de la lanterne. Un condensateur double et un objectif simple constituent le système optique; cet appareil peut donner des images de 1^m de hauteur, mais ne convient qu'à la projection des bandes coloriées; à ce titre,

Fig. 16.

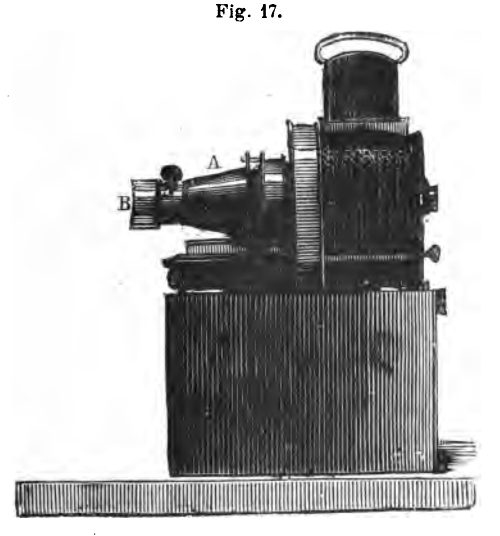


Petite lanterne à projection Laverne.

il est inférieur au précédent, mais est cependant un énorme progrès sur la lanterne magique d'autrefois. Cette disposition, consistant à supprimer le corps de lanterne, est très en faveur en Amérique, il existe même des modèles dans lesquels un miroir parabolique remplace ce corps de lanterne.

30. Appareils de projection simples. — Les appareils de projection se distinguent des premiers par un système

Fig. 17.



Lanterne universelle A. Laverne.

optique plus perfectionné, un pouvoir lumineux plus grand, ce qui permet d'obtenir des projections de plus fort diamètre.

Sous le nom de *Lanterne universelle,* M. Laverne a con-

struit un appareil (*fig.* 17) permettant d'obtenir des images rondes de 2^m à 2^m,50. Il est entièrement construit en tôle et peut se renfermer, pour le transport, dans la boîte de tôle qui lui sert de support. Cet appareil est muni d'une lampe à pétrole, à trois ou cinq mèches, et il présente cette particularité que le condensateur est monté sur une paroi antérieure distincte du corps de la lanterne. Cette disposition a pour but d'éviter que l'échauffement du corps ne gagne les lentilles et par suite en amène l'éclatement.

L'objectif, du modèle double de Petzwal, quart de plaque, est monté sur un cône qui coulisse sur l'avant de la lanterne : grâce à cette disposition, on peut rapidement substituer à cet objectif d'autres montures, microscopes, appareil pour corps opaques, etc.; d'où son nom.

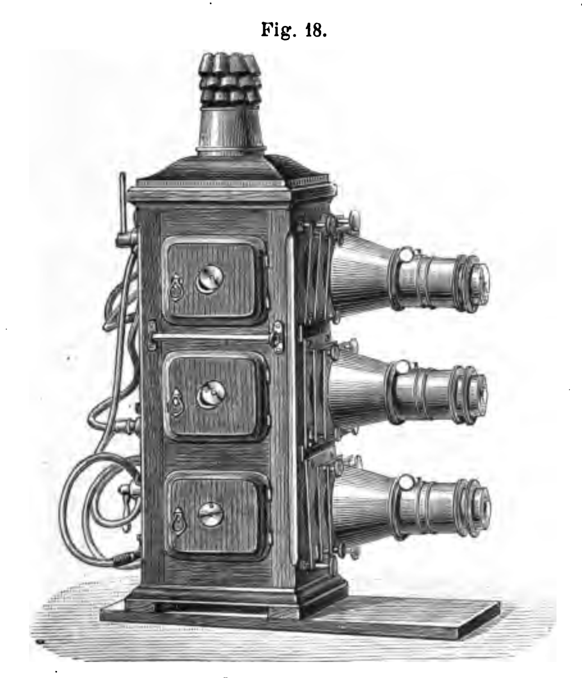
31. Polyoramas. — Les polyoramas sont constitués par la réunion de deux ou plusieurs lanternes destinées à fonctionner soit simultanément, soit alternativement. Au début, on se contentait de juxtaposer côte à côte deux lanternes; plus tard, on fut amené à les superposer pour rendre leur maniement plus facile. Telle est, par exemple, la lanterne triple (modèle anglais), représentée par la *fig.* 18.

Dans un tel système, il est indispensable que les trois faisceaux lumineux convergent vers un même point, de manière à superposer les trois images projetées; dans ce but, la platine, qui supporte le cône porte-objectif, est manœuvrée par des vis, de telle sorte que la tête du haut et celle du bas peuvent s'incliner vers la tête centrale : des ressorts de rappel facilitent et assurent la manœuvre.

Dans les appareils à deux têtes, la convergence des rayons lumineux s'obtient simplement par un bouton central, qui agit en même temps sur les deux platines. Il im-

porte, dans un tel dispositif, que le condensateur se meuve

Fig. 18.



Lanterne triple.

en même temps que l'objectif, pour éviter la déformation des images et les pertes de lumière.

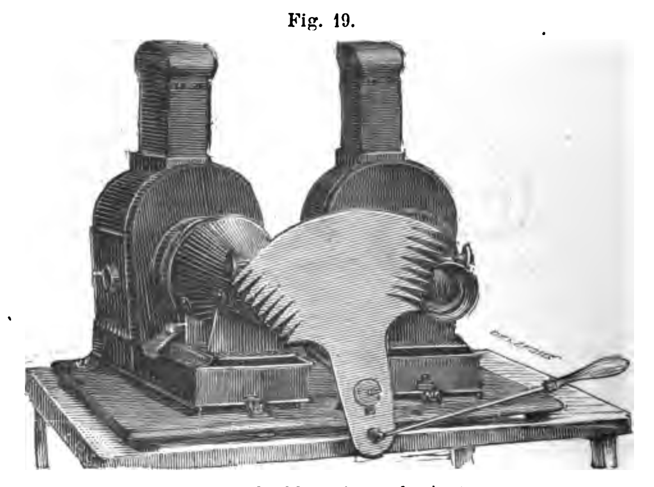
32. Vues fondantes. — Le principal avantage des appareils doubles est de permettre le changement des images sans que l'écran ne cesse d'être illuminé.

Si un des tableaux seul est projeté et que, par un moyen quelconque, on diminue peu à peu l'intensité de son éclai-

rage, tandis qu'à l'aide de l'autre tête on projette une image devenant de plus en plus lumineuse, on conçoit que, par cette substitution inversée d'effet des deux images, la première semblera s'évanouir peu à peu, tandis que la seconde tendra à la remplacer et il arrivera un moment où, la première disparaissant, l'autre atteindra son complet développement : cet effet, connu en Angleterre sous le nom de *dissolwing views*, s'appelle en France *vues fondantes*.

33. L'écran fondant. — On obtient ce résultat de diverses façons : le moyen le plus anciennement employé est

Fig. 19.



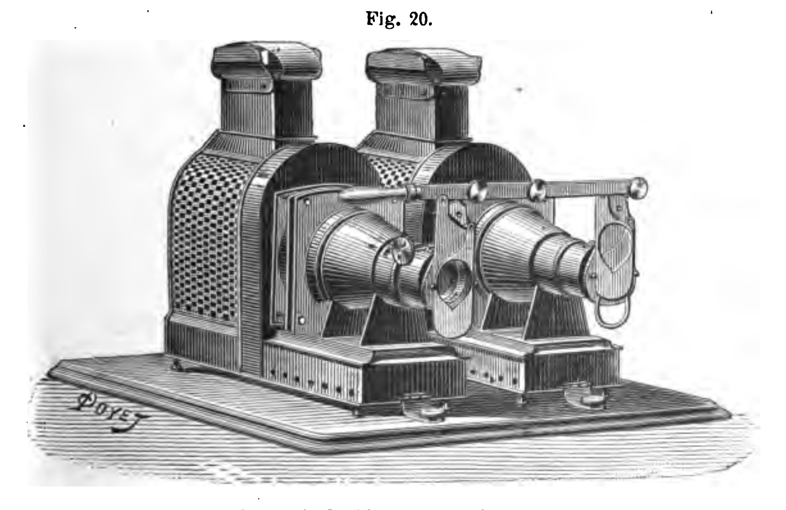
Appareil double à écran fondant.

celui représenté par la *fig.* 19, appelé *écran fondant*. Il se compose d'un écran en tôle dont les bords sont découpés en dents profondément entaillées. L'écran tourne autour d'un pivot inférieur et est manœuvré par une manette. Sa course

est réglée de telle sorte qu'à une de ses extrémités il présente sa partie pleine devant un des objectifs, tandis qu'il démasque complètement le second : on comprend qu'en le faisant basculer peu à peu dans la position inverse, il diminue graduellement la lumière d'un côté, tandis qu'il découvre progressivement l'autre. Ce dispositif est très en faveur en Angleterre et en Amérique et a été assez vite abandonné en France.

34. L'Œil de chat. — On lui préfère de beaucoup la disposition employée par M. Laverne et qu'on nomme l'*Œil de*

Fig. 20.



Appareil double avec œil de chat.

chat (*fig.* 20). Sur le parasoleil des objectifs on place un bouchon percé d'une large ouverture devant laquelle coulissent deux plaquettes percées d'un trou en forme de

poire. Ces deux plaquettes sont assemblées à pivot sur un levier pouvant basculer autour d'un axe central et leurs ouvertures sont disposées symétriquement, de telle sorte que le levier, en basculant dans un sens, les met en regard et permet, par suite, au faisceau lumineux d'émerger de l'objectif, tandis que, en basculant dans l'autre sens, les parties pleines, au contraire, sont mises face à face, ce qui éteint le faisceau. Les deux leviers sont réunis par une bielle ([1]), de telle sorte que l'un soit à la position de fermeture, l'autre à celle d'ouverture : en agissant sur le levier, on ferme progressivement l'un des objectifs tandis qu'on ouvre l'autre précisément de la même quantité.

35. Robinet fondant. — Lorsqu'on se sert de la lumière oxyhydrique, tant pour ménager l'oxygène que pour obtenir un meilleur effet de *dissolwing,* on emploie un robinet spécial appelé *robinet fondant* ou *dissolver,* dont la fonction générale est de régler le débit du gaz dans les chalumeaux. Il est disposé de telle sorte, que dans une position de la clef, un seul des becs est alimenté en grand, l'autre se maintenant à l'état de veilleuse, sans pouvoir éclairant. En tournant le robinet, l'effet inverse se produit progressivement et, dans la position médiane de la clef, les deux lanternes sont également éclairées. (Position de la *fig.* 21.)

Dans le deuxième Volume, nous aurons à revenir sur cette question des vues fondantes; nous indiquerons le réglage et le mode d'emploi des divers appareils.

Nous signalerons seulement que nombre de construc-

([1]) Ces deux modèles d'appareils fondants ont subi de nombreuses variantes; mais les deux types décrits suffisent pour en montrer le principe général.

teurs ont cherché à obtenir les effets de dissolwing avec une seule lanterne et à mécaniser l'avant de celle-ci, de manière à faciliter le changement rapide des vues; nous examinerons ces modèles en détail dans le deuxième Volume, dans un Chapitre particulier.

Fig. 21.



Robinet fondant.

La multiplicité des formes de la lanterne est considérable : au fond, elles se réduisent toujours aux trois mêmes parties principales que nous avons signalées (**8**). En France, on s'applique surtout à donner à l'appareil une forme extérieure élégante; en Amérique, on se préoccupe davantage

du côté pratique, et il faut avouer que si certains de ces modèles sont commodes, en revanche, ils sont très laids. Le plus souvent, le corps de la lanterne est en tôle, qui résiste mieux aux fortes températures développées; cependant, dans beaucoup de modèles, principalement ceux qui sont destinés aux cours, le corps est en acajou verni. Il est important, dans ce cas, que les bois soient bien secs et que les emboîtages soient montés à tenons et à vis pour empêcher le gondolement des planchettes. Les appareils scientifiques sont d'ordinaire montés sur colonne, ce qui permet d'employer des lampes de hauteur quelconque, en particulier les lampes électriques dont le mécanisme est assez volumineux : la forme de lanterne à colonne a été employée pour la première fois, croyons-nous, par Dubosq.

CHAPITRE V.

LES FORMES DE LA LANTERNE.

—

PROJECTION DES CORPS OPAQUES.

Définitions générales. — Marche des rayons lumineux. — Des images du mégascope. — Des objectifs. — Formes du mégascope. — Le lampadorama. — L'aphengescope. — Lanterne à double usage. — Applications du mégascope.

36. Définitions générales. — Les appareils destinés à la projection des corps opaques portent le nom général de *mégascopes*. Nous avons signalé plus haut quelques-uns des noms donnés à des modèles particuliers : aphengescope, camera lucida, wonder camera (chambre miracle), etc.

Tous ces appareils sont basés sur le principe même de la chambre noire; l'objet fortement éclairé est placé près d'une lentille qui projette l'image agrandie et renversée sur un écran. La *fig.* 22 nous montre la disposition que le physicien Charles employait. Il est évident qu'en vertu même du principe de l'appareil, l'image n'est fournie que par la lumière réfléchie et son intensité dépend par suite : 1° du pouvoir réfléchissant de l'objet; 2° de l'intensité de la lumière éclairante.

CHAPITRE V.

LES FORMES DE LA LANTERNE.

—

PROJECTION DES CORPS OPAQUES.

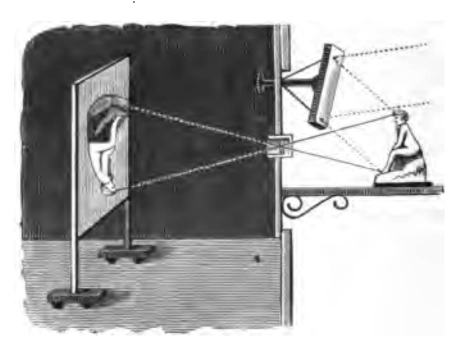
Définitions générales. — Marche des rayons lumineux. — Des images du mégascope. — Des objectifs. — Formes du mégascope. — Le lampadorama. — L'aphengescope. — Lanterne à double usage. — Applications du mégascope.

36. Définitions générales. — Les appareils destinés à la projection des corps opaques portent le nom général de *mégascopes*. Nous avons signalé plus haut quelques-uns des noms donnés à des modèles particuliers : aphengescope, camera lucida, wonder camera (chambre miracle), etc.

Tous ces appareils sont basés sur le principe même de la chambre noire; l'objet fortement éclairé est placé près d'une lentille qui projette l'image agrandie et renversée sur un écran. La *fig.* 22 nous montre la disposition que le physicien Charles employait. Il est évident qu'en vertu même du principe de l'appareil, l'image n'est fournie que par la lumière réfléchie et son intensité dépend par suite : 1° du pouvoir réfléchissant de l'objet; 2° de l'intensité de la lumière éclairante.

37. Marche des rayons lumineux. — La marche des rayons lumineux se comprend aisément par l'inspection seule de la figure; la lumière arrive à 45° sur l'objet, elle se réfléchit normalement pour pénétrer dans l'objectif. Si

Fig. 22.



Mégascope de Charles.

l'objet est compris entre le foyer principal et le double de la longueur focale (**8**), l'image est agrandie.

On peut employer soit un seul foyer de lumière, soit, pour augmenter la puissance lumineuse, deux foyers placés symétriquement de chaque côté de l'objet. Dans quelques appareils la lumière frappe directement l'objet, dans d'autres elle est réfléchie par une glace. Quel que soit le procédé employé, il importe que l'objet soit très vivement éclairé et l'image fournie est toujours de beaucoup inférieure comme éclat à la source première, ce qui ne permet pas d'obtenir des tableaux de grandes dimensions. En général, avec ces appareils on ne peut guère compter sur une image excédant $1^m,20$ à $1^m,50$, même en employant une lumière très vive, telle que l'oxhydrique.

38. Des images du mégascope. — L'image est inversée à la façon des images spéculaires, c'est-à-dire que la droite est vue à gauche et réciproquement : par exemple, le portrait d'une personne décorée se projette avec la décoration sur le côté droit. Cet effet se produit dans les cas de projections directes ou par réflexion; si au contraire l'image est vue par transparence, c'est-à-dire sur la face de l'écran opposée à la lanterne, l'image reprend son vrai sens.

Le mégascope donnant des images produites par réflexion, celles-ci ont exactement les couleurs du modèle. Des chromolithographies, des objets teintés donnent des images colorées dont les couleurs sont un peu éclaircies par leur mélange avec la lumière blanche en excès, mais dont les teintes relatives sont justes et donnent lieu à de fort jolies projections.

Les objets métalliques ont un éclat tout particulier, tels la cuvette d'une montre en or, un bijou avec pierreries, etc.

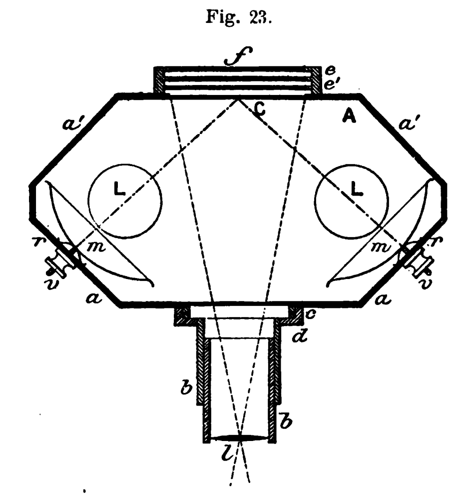
39. Des objectifs. — Lorsqu'on ne doit projeter que des objets plans, un objectif quart de plaque non diaphragmé sera le plus convenable, car il a l'avantage d'être très lumineux, point capital, puisque l'objet ne fournit relativement que peu de lumière. Mais cet objectif a l'inconvénient d'avoir peu de profondeur; si les objets ont un certain relief, il est impossible avec un tel objectif de mettre tous les plans au point et, pour obtenir un bon résultat, ou bien il faudra diaphragmer ou se servir d'un objectif ayant plus de profondeur. Dans ces deux cas, l'image aura moins d'intensité et il y aura lieu, par suite, de ne pas chercher à obtenir un fort grossissement.

40. Des formes du mégascope. — Le mégascope a reçu

de nombreuses formes; nous citerons seulement celles qui sont le plus communément employées.

41. Le lampadorama. — Parmi les appareils simples, on trouve le *lampadorama,* qui se compose essentiellement d'une caisse métallique allongée, dont on coiffe deux lampes

Fig. 23.



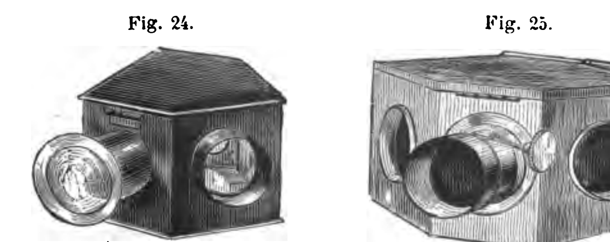
Le lampadorama.

à huile ou à pétrole placées côte à côte (LL, *fig.* 23). Deux réflecteurs, *m m*, retenus par des boutons molletés, *v v*, et munis de ressorts antagonistes, *r r*, concentrent la lumière des deux lampes sur l'épreuve photographique ou la gravure placée en C. Les rayons réfléchis par l'objet viennent tomber sur une lentille *l*, montée sur un double tube à glissière *b b*. Dans certains lampadoramas perfectionnés, on peut remplacer l'épreuve C par un miroir placé dans les glis-

sières *ee*; la lumière des lampes est alors projetée en avant sur une vue transparente mise dans la glissière *c*, et l'appareil joue alors le rôle de lanterne de projection habituelle. Afin de perdre le moins possible de rayons, il sera bon d'employer en C un miroir concave à long foyer qui jouera en quelque sorte le rôle de condensateur.

42. Aphengescope. — Sous le nom d'aphengescope, nous est venue d'Angleterre une forme particulière du mégascope, reposant toujours sur le même principe. Une boîte

Fig. 24. Fig. 25.



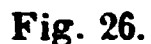
Aphengescopes simples et doubles.

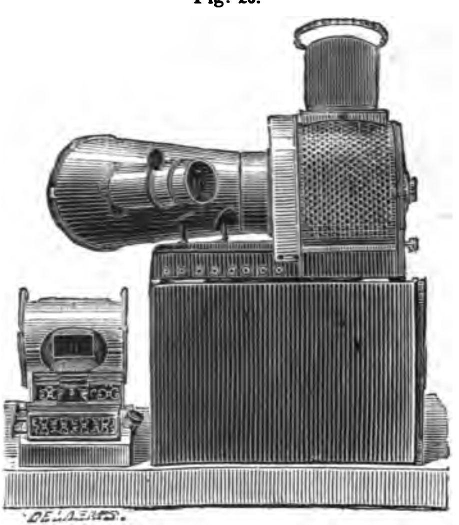
prismatique (*fig.* 24) est disposée de la manière suivante : une de ses faces est munie d'une ouverture circulaire avec un rebord qui sert à coiffer le condensateur d'une lanterne de projection dont on a retiré le cône porte-objectif. Vis-à-vis de cette ouverture, est disposée une autre face de la boîte faisant un angle de 45° avec la première. Cette partie est munie d'une porte avec coulisseaux, dans lesquels on introduit le tableau ou les objets à projeter. Normalement est monté, sur une autre face, l'objectif.

On augmente le pouvoir de l'appareil en l'éclairant de deux côtés à la fois; on a ainsi le mégascope double (*fig.* 25).

Ce mode de construction a été appliqué par de nombreux

fabricants qui ont apporté diverses modifications revenant toutes à cette forme première. Nous citerons entre autres la forme conique en tôle adoptée par Laverne (*fig.* 26).


Fig. 26.



Cône pour corps opaques.

L'appareil, comme on le voit, se glisse sur l'avant de la lanterne universelle à la place du porte-objectif.

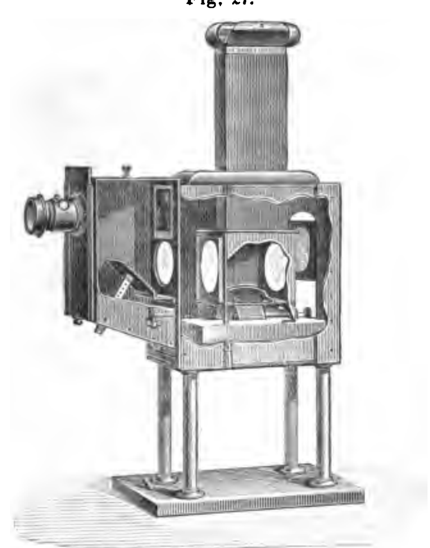
Quel que soit le modèle, cette disposition a l'inconvénient de rejeter le rayon lumineux vers l'arrière suivant un angle de 135°, ce qui nécessite le déplacement de la lanterne.

43. Lanterne à double usage. — Pour parer à cet inconvénient et permettre de faire succéder facilement les projections ordinaires aux projections opaques, et réciproquement, plusieurs constructeurs ont employé une forme

dont le modèle ci-joint (*fig.* 27), dû à M. A. Laverne, donnera l'idée.

En avant du condensateur est fixée une boîte allongée, suivant la hauteur, et qui remplace le cône porte-objectif. L'objectif se visse sur la paroi antérieure, où deux ouver-

Fig. 27.



Lanterne à double usage, système Laverne.

tures filetées ont été ménagées, l'une en face du condensateur, l'autre un peu plus haut. L'objectif étant vissé à la partie inférieure, la lanterne sert pour les projections par transparence, et une ouverture latérale avec plaquette de pression sert au passage des vues transparentes. Pour la projection des corps opaques, l'objectif est vissé à la partie supérieure, et une glace est relevée en avant du condensa-

teur. Cette glace réfléchit la lumière sur l'objet opaque, qui se glisse à la partie supérieure de la lanterne.

Pour rendre plus rapides les manipulations, l'objectif, dans les derniers modèles, a été monté sur planchette coulissante; celle-ci, par un simple mouvement de haut en bas ou réciproquement, prend rapidement la position voulue, dans laquelle elle est du reste assurée à l'aide d'un verrou.

44. Applications du mégascope. — Considéré comme appareil de projection proprement dit, le mégascope ne peut rendre que des services restreints à cause du peu de clarté des images qu'il fournit [1], il ne peut être employé pour les agrandissements photographiques puisqu'il inverse les images; cependant, si l'on opère sur plaque ou sur pellicule en imprimant sur le dos des couches sensibles, on peut au besoin l'employer; mais comme *chambre claire*, c'est-à-dire servant au dessinateur à poser les grandes lignes d'un tableau, il pourra être de quelque utilité, à la condition, bien entendu, que l'image soit vue par transparence.

---

[1] Cependant il est juste de dire qu'il a été quelquefois employé avec des éclairages très intenses et a pu donner dans ce cas de bons résultats.

CHAPITRE VI.

LE MICROSCOPE DE PROJECTION.

Considérations générales. — Marche des rayons. — Cuves d'alun. — Loupes de projection. — Microscopes de projection. — Microscope solaire. — Microscope électrique. — Condition des préparations. — Photomicrographies.

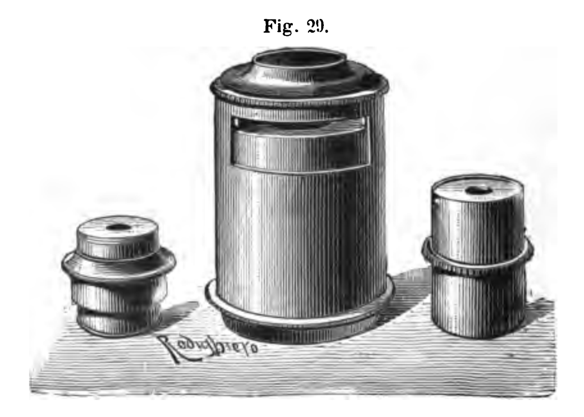
45. Considérations générales. — Le microscope de projection, ainsi que son nom l'indique, est destiné à projeter en grandes images, facilement perçues par tout un auditoire, les structures intimes des infiniment petits. L'invention du microscope de projection est due à Lieberkuyn, membre de l'Académie royale de Berlin (1743); l'appareil fut très étudié par l'abbé Nollet, qui le perfectionna beaucoup (1745); la source lumineuse dont se servaient ces deux physiciens était la lumière du soleil, d'où le nom de microscope solaire qui fut donné à l'instrument.

En 1850, Foucault et Donné, qui venaient d'inventer un appareil à lumière électrique, firent construire par Dubosq le premier microscope photo-électrique.

Le microscope de projection exige l'emploi de lumière très intense, les objectifs ont une très faible ouverture, un foyer très court, l'amplification doit être très grande; pour ces diverses raisons, ainsi que le lecteur le comprend aisément d'après ce qui précède, il se fait dans l'appareil

partie antérieure par une plaquette percée au centre d'une ouverture ronde et qui joue le rôle de platine. Un ressort à boudin, qui prend point d'appui sur la base du corps et sur la platine, pousse celle-ci en avant et assure la mise en place de la préparation. Sur la partie antérieure du corps peuvent

Fig. 29.



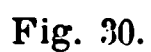
Loupe de projection.

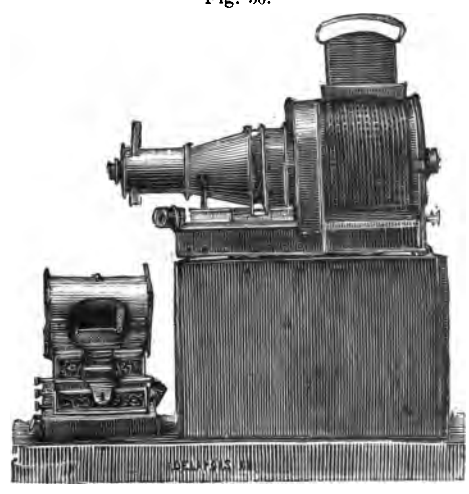
se visser deux loupes de pouvoirs grossissants différents; la mise au point s'obtient en vissant ou en dévissant plus ou moins les loupes.

Elles sont composées de deux verres et portent, par suite, le nom de *doublet* : elles sont fortement diaphragmées à l'avant, pour éviter les rayons marginaux.

49. Microscopes de projection. — Lorsqu'il s'agit d'obtenir des projections d'animalcules, ou de préparations très petites, on emploie un microscope composé, semblable à celui dont nous avons donné la coupe et la description plus haut (**46**) et dont la *fig.* 31 nous montre un modèle.

Pour donner aux projections une plus grande surface, on

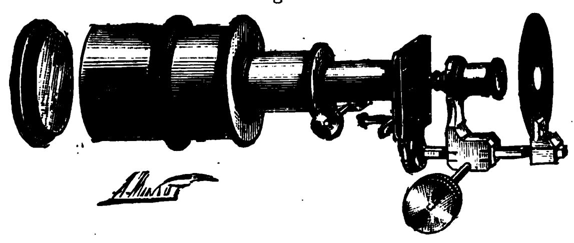

Fig. 30.



Loupe de projection montée sur appareil.

munit souvent la tête de l'objectif, du côté du diaphragme,

Fig. 31.



Microscope pour oxyhydrique.

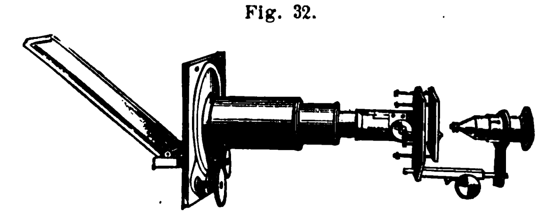
d'une lentille plan-concave ou biconcave; ce dispositif

disperse davantage le cône lumineux, amplifie par suite le grossissement, mais bien entendu aux dépens de l'éclat général de l'image.

Dans la *fig.* 31 on a figuré, sur la gauche, un condensateur, qui se visse sur le tube pour transformer l'appareil en microscope solaire.

50. Microscope solaire. — L'appareil précédent peut être, en effet, employé comme microscope solaire; il suffit

Fig. 32.



Microscope solaire.

de le fixer sur une planchette, qui est adaptée à la cloison de la chambre où se font les projections microscopiques. Cette cloison est percée à la demande du condensateur. Au dehors, est placé un miroir, qui peut prendre toutes les inclinaisons possibles pour réfléchir le rayon solaire dans l'intérieur du microscope. A cet effet, non seulement il tourne autour d'un de ses côtés de manière à prendre telle orientation voulue par rapport au plan du volet, mais encore il tourne suivant l'axe même du microscope : les deux vis qui sont figurées sur la planchette et qui se manœuvrent de l'intérieur servent à obtenir ce double mouvement.

Avec un pareil dispositif, il y a lieu de surveiller d'une façon constante la position du miroir, de manière à ce que celui-ci suive le soleil dans son mouvement apparent: aussi

est-il préférable d'avoir un miroir à inclinaison fixe, sur lequel se réfléchit le rayon envoyé par un héliostat.

51. Condition des préparations. — Les préparations doivent être très transparentes, surtout lorsqu'on emploie des sources lumineuses faibles; les préparations au baume du Canada sont les meilleures. Les liquides contenant des infusoires sont déposés dans une petite concavité, creusée sur une lame de cristal, puis recouverte avec une lamelle de verre mince. Il faut avoir soin de placer celle-ci par un mouvement de glissement, de manière à empêcher l'emprisonnement des bulles d'air, qui se traduiraient dans la projection par des points noirs à centre brillant.

52. Microphotographies. — Il sera de beaucoup préférable, lorsqu'on n'aura pas d'organismes vivants à projeter, d'employer des microphotographies, auxquelles on peut donner des agrandissements considérables.

CHAPITRE VII.

LES SOURCES LUMINEUSES.

Conditions de la source lumineuse. — Les diverses sources de lumière. — Valeur de ces diverses sources. — I. Lampes à huile végétale. — Les progrès de l'éclairage à l'huile. — Les parties de la lampe. — L'huile. — Huile de spermacéti. — II. Lampes à pétrole. — L'huile de pétrole. — Raffinage du pétrole. — Caractères d'un bon pétrole. — Lampes à pétrole. — Becs à mèche ronde. — Becs à mèche plate. — Insufflation d'oxygène. — Avantages du pétrole. — Inconvénients. — Les soins à donner aux lampes à pétrole.

53. Conditions de la source lumineuse. — La source lumineuse est, en quelque sorte, le point capital, puisque le grossissement dépend de son intensité. Les conditions qu'elle doit remplir sont les suivantes :

1° Avoir une grande intensité.

2° Occuper un espace restreint pour mieux être saisio par le condensateur.

3° N'émettre des radiations que du côté du condensateur, les autres radiations étant perdues ou incomplètement récupérées par le réflecteur.

Plus le foyer lumineux satisfera à ces trois conditions, plus son rendement sera considérable : il en résulte, en particulier, que le gaz d'éclairage, avec sa flamme à large surface, ne peut être employé dans les lanternes de projection.

54. Les diverses sources de lumière. — En dehors de la lumière solaire, abandonnée par suite de son instabilité, les sources de lumière employées sont les suivantes :

Lampes à l'huile végétale;
Lampes à l'huile minérale (pétrole);
Lumière oxyhydrique;
Lumière au magnésium;
Lumière électrique.

Nous les avons citées par ordre croissant d'intensité.

55. Valeur de ces diverses sources. — Les lampes à l'huile et au pétrole présentent les inconvénients suivants : surface éclairante très large, radiations en tous sens, lumière jaune rougeâtre modifiant les teintes des tableaux coloriés. Mais leur facilité d'emploi et leur faible prix de revient fait passer souvent sur ces défauts. Avec une telle source, on ne peut guère dépasser 2^m de hauteur pour le disque éclairé. Leur pouvoir varie de 7 à 60 bougies.

Il est utile de préciser ici la valeur de cette évaluation : si une bougie décimale est capable d'éclairer à une distance D une surface S, avec une intensité que nous prendrons pour unité, une lampe Carcel de 8 bougies, placée à la même distance D, éclairera cette même surface avec une intensité huit fois plus grande.

La lumière oxyhydrique satisfait aux trois conditions exigées, elle est très fixe et d'une blancheur éblouissante : son pouvoir éclairant peut varier de 200 à 500 bougies.

Il en est de même de la lumière électrique, plus particulièrement de la lumière à arc, qui peut fournir jusqu'à 1500 bougies.

La lumière du magnésium se place, par son pouvoir éclairant, entre ces dernières sources, mais elle a l'inconvénient

d'émettre des fumées blanches qui se déposent sur les condensateurs, et l'on n'est pas arrivé à s'en servir d'une manière pratique. En revanche, cette lumière, riche en rayons actiniques, sera très propre à la pratique des agrandissements.

Cette classification générale posée, nous étudierons dans ce Chapitre les éclairages produits par la combustion des huiles végétales et minérales.

I. — Lampes à huile végétale.

56. Les progrès de l'éclairage à l'huile. — Les premières lampes à huile dont le P. Kircher faisait usage dans sa lanterne magique étaient constituées par un simple godet, dans lequel trempait une mèche plate de coton tressé; la combustion se faisait dans les plus mauvaises conditions; aussi la flamme, n'atteignant qu'une température peu élevée, donnait une lumière rougeâtre et dégageait beaucoup de fumée : l'ascension de l'huile n'était assurée que par la capillarité.

Lorsqu'en 1782, Argand eut l'idée de soulever le réservoir et faire arriver l'huile directement à une mèche cylindrique, au centre de laquelle l'air pouvait circuler, et qu'il eut activé le tirage à l'aide d'une cheminée en verre, ce fut un énorme progrès. L'année suivante, Quinquet, pharmacien à Paris, améliorait ce premier dispositif en munissant la cheminée de verre d'un étranglement ou coude, qui assurait mieux le mélange des gaz et la combustion complète.

Ces lampes furent bientôt baptisées du nom de *Quinquet*, au grand désespoir d'Argand, qui ne cessa de réclamer; Robertson les employa pour ses séances de fantasmagorie, qui firent courir tout Paris.

Quelques années plus tard, un horloger, Carcel (1800), imagina de reporter le réservoir en dessous du bec pour éviter les ombres portées et assura l'ascension de l'huile par un système de petites pompes mises en jeu par un mouvement d'horlogerie. Enfin, plus tard, le mouvement de Carcel, coûteux et assez sujet à se déranger, fut remplacé par un piston actionné par un fort ressort et le tube d'ascension de l'huile muni d'une soupape spéciale à tige pour régler uniformément le débit, malgré les poussées inégales du ressort : cette lampe est connue sous le nom de *lampe modérateur,* qu'elle doit à la soupape dont nous venons de parler.

Telle est, en ses traits généraux, l'histoire de la lampe à huile.

57. Les parties de la lampe. — La lampe à huile comprend essentiellement quatre parties :

1° Le *réservoir,* qui sert à contenir l'huile d'alimentation : il doit être entretenu très propre, et, lorsque la séance est terminée, l'huile doit être entièrement enlevée, sinon il se formerait, tant par une sorte de *résinification* de l'huile au contact de l'air, que par l'absorption des poussières de l'atmosphère, une sorte de *cambouis,* qui, en se mêlant à l'huile fraîche, en diminuerait la fluidité et, par suite, en gênerait l'ascension.

2° Le *bec,* où a lieu la combustion ; il doit être soigneusement essuyé pour les raisons ci-dessus données. Il est muni d'une mèche en coton tressé : celle-ci doit être très sèche lorsqu'on l'insère dans le bec, sinon, par suite de l'évaporation de l'eau, on s'exposerait à voir la flamme pétiller et lancer des gouttelettes d'huile bouillante, qui pourraient amener la rupture du verre. La mèche doit être

coupée très nettement, au ras du bec, en ne laissant qu'un très léger liseré de coton carbonisé, pour favoriser plus tard l'allumage rapide de la lampe. Si la lampe a été un temps excédant une semaine sans être employée, il sera bon de changer la mèche, sinon celle-ci se trouverait imprégnée d'huile rance qui nuirait au bon fonctionnement de l'appareil.

Le rôle de la mèche n'est pas seulement d'aider à l'ascension de l'huile, mais encore elle a pour but, en divisant celle-ci, d'accroître la surface inflammable.

3° Le *mécanisme* sert à faire monter l'huile, et son entretien dépend du système employé.

4° La *cheminée* active le tirage, c'est-à-dire force l'air à affluer autour du bec et, en favorisant la combustion, à élever la température.

58. L'huile. — Les huiles végétales les plus employées sont celles d'olive, de colza, de navette et d'œillette. La première est de beaucoup la meilleure et donne une flamme plus blanche; elle a de plus l'avantage de rancir moins vite.

L'huile doit être épurée, c'est-à-dire privée, par un traitement chimique, de certaines matières organiques qui la rendent trouble et épaisse. Cette épuration se fait d'ordinaire par les acides, dont il importe ensuite de la débarrasser exactement, sinon la mèche se noircit rapidement et la flamme est fuligineuse. Une bonne huile bien épurée doit être neutre au papier de tournesol, ne doit en brûlant ni noircir, ni charbonner la mèche, ni la couvrir de champignons.

L'huile ne donne, en brûlant, qu'une température peu élevée, par suite elle a un pouvoir éclairant médiocre; on

augmente sa puissance en la saturant de camphre, mais, dans ce cas, l'huile doit être mise très chaude dans la lampe, sinon le camphre, en se déposant sur le bas de la mèche, en détruirait la capillarité (1).

59. Huile de spermacéti. — En Angleterre, on emploie beaucoup l'huile de spermacéti (*sperm oil*), qui est d'origine animale; elle est extraite des cervelles de certains cétacés. On lui donne un pouvoir éclairant plus considérable en lui ajoutant 100gr de camphre par litre; on assure la dissolution en chauffant l'huile.

II. — Lampes à pétrole.

60. L'huile de pétrole. — Le pétrole, littéralement *huile de pierre,* était déjà connu depuis longtemps, mais par suite des procédés d'épuration alors employés, très rudimentaires, on n'avait pu s'en servir comme succédané aux huiles végétales; il donnait en effet une fumée acre, épaisse, qui ne permettait pas de l'employer aux usages domestiques et, sous le nom d'*huile de Seneca*, le pétrole restait dans les officines des pharmaciens. De 1830 à 1850, de nombreuses tentatives furent faites pour en tirer parti; nous signalerons en particulier les travaux de Selligues pour utiliser l'huile extraite des schistes d'Autun. Vers 1859, la découverte de gisements importants de pétrole en Amérique ramena l'attention sur ce produit : nous ne ferons que rappeler cette période de travail et de spéculation ef-

---

(1) L'adjonction du camphre est motivée par cette raison que la flamme, pour être brillante, doit contenir des particules de carbone incandescent; or le camphre est très riche en carbone.

frénée qui transforma tout un coin de la Pensylvanie et fit donner à une vallée sauvage, jusqu'alors innomée, le nom caractéristique d'*Oil creeck*, la vallée d'huile. Alors commença une exploitation à outrance, appelée avec juste raison la *fièvre de l'huile*. Des puits furent creusés à des profondeurs considérables; la devise de ces hardis spéculateurs était caractéristique : *Oil, hell or China*, c'est-à-dire de l'huile ou l'enfer, ou au besoin la Chine (qui se trouve aux antipodes). Des fortunes furent édifiées en des temps très courts, et l'on ne désigna plus certains de ces heureux découvreurs que du nom de *rois de l'huile*.

Bientôt après, aux environs de la mer Caspienne, dans le Caucase, à Bakou, on trouvait des mines de pétrole qui ne cédaient en rien aux mines américaines; en peu de temps le pays des Parsis ou Guèbres, les anciens adorateurs du feu, se convertissait en une immense usine où le pétrole était extrait et raffiné.

61. Raffinage du pétrole. — Le pétrole, tel qu'il est extrait des puits américains ou caucasiens, est mélangé d'eau saumâtre et de sable; après décantation, il se présente sous la forme d'un liquide épais, d'une couleur brun foncé, à reflets verdâtres. Il est distillé et, suivant la température, il passe des liquides différents qui sont : entre 75° et 120°, les huiles légères ou essences de densité variant entre 0,700 et 0,740. Entre 150° et 280°, on recueille l'huile d'éclairage, appelée aussi *huile lampante, kérosène, photogène*, etc., dont la densité varie de 0,78 à 0,81. Viennent ensuite les huiles lourdes, la paraffine, le brai, etc., dont nous n'avons pas à nous occuper.

Les huiles destinées à l'éclairage, passant entre 150° et 280°, doivent subir un raffinage avant d'être livrées au

commerce. On les traite par l'acide sulfurique, pour détruire certaines matières organiques, puis, après lavage à l'eau, par la soude caustique pour enlever l'excès d'acide.

62. Caractères d'un bon pétrole. — Un bon pétrole se reconnaît aux caractères suivants : par transparence, il est absolument incolore, légèrement fluorescent en bleu clair par réflexion. Il ne doit pas être inflammable à la température de 35° et avoir peu d'odeur. Il ne doit pas contenir d'*essence*, qui est un produit très dangereux, attendu que sa vapeur, qui se dégage à basse température, forme avec l'air un mélange détonant.

On reconnaît que le pétrole est bien rectifié et sans danger, en en mettant une petite quantité dans une capsule qu'on fait flotter sur un récipient d'eau à 40° ; lorsque le pétrole a acquis cette même température, on présente à sa surface une allumette enflammée : un bon pétrole dans ces conditions ne doit pas prendre feu.

Le pétrole est souvent falsifié, tant pour le rendre combustible, que pour en abaisser le prix de revient, avec de l'essence ; le Dr White a trouvé qu'un bon pétrole, ne s'enflammant pas à 45°, prenait feu à 39°, lorsqu'il était additionné de 1 pour 100 d'essence, à 33° de 2 pour 100, à 28° de 5 pour 100, à 15° de 10 pour 100. Ces deux derniers mélanges seraient très dangereux dans une lampe à pétrole.

63. Lampes à pétrole. — Les conditions de combustion du pétrole sont très différentes de celles des huiles végétales. Le pétrole, étant volatil, n'a pas besoin d'être porté à une température aussi élevée pour donner naissance à des gaz combustibles. Pour éviter une vaporisation trop rapide,

il y a même lieu de refroidir le brûleur et comme, d'autre part, les huiles minérales sont moins riches en oxygène que les huiles grasses, elles exigent un appel d'air considérable sinon, partie des vapeurs échappent à la combustion et se répandent dans l'air en donnant une odeur caractéristique très désagréable. On peut donc dire en thèse générale que, lorsqu'une lampe à pétrole, employant de l'huile bien rectifiée, donne de l'odeur, c'est que la ventilation de cette lampe est insuffisante (1).

On emploie pour brûler le pétrole deux sortes de mèches : les mèches plates et les mèches rondes. Les deux systèmes sont également bons, pourvu que l'appel d'air soit convenablement calculé.

64. Becs à mèche ronde. — Les becs à mèche ronde, appelés aussi becs allemands, emploient une mèche plate très large, qui, en pénétrant dans un porte-mèche conique, prend peu à peu la forme circulaire. Un évidement triangulaire a été pratiqué sur l'enveloppe conique et permet à l'air de passer dans le centre de la flamme. Celle-ci est entourée par une cheminée de verre à étranglement et dans certains modèles un disque rejette le courant d'air intérieur sur la flamme. Parmi les diverses cheminées qui ont été proposées pour ce modèle de lampe, il convient de citer plus particulièrement le verre Bayle, qui a la forme de deux troncs de cône assemblés par leurs petites bases. Le tronc de cône inférieur est très court et se termine un peu au-dessus du bec, le second au contraire est très allongé. Il résulte de cette construction que, si l'appel est énergique

(1) Cet effet se remarque encore lorsque, la mèche n'étant pas assez levée, le pétrole brûle au-dessous du blanc.

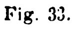
sur la flamme, les gaz produits par la combustion s'évacuent très facilement, grâce à la section croissante de la cheminée.

Ces becs ont un inconvénient, c'est qu'il est assez difficile d'arriver à faire bien coïncider les deux coins de la mèche dont le rapprochement doit former un cercle exact. Par suite de frottements ou de mauvais calage des roues d'engrenage, un des coins tend toujours à monter plus que l'autre, ce qui fait filer la flamme.

Nous avons signalé ce genre de bec, très répandu depuis 1870, date de son apparition, mais on compte actuellement plusieurs autres modèles, parmi lesquels nous citerons celui de Peignet-Changeur (1883). Cet inventeur avait remarqué que, dans le modèle précédent, l'ascension de l'huile étant produite par la capillarité seule, diminuait forcément au fur et à mesure de la baisse de niveau dans le réservoir, ce qui amenait par suite une déperdition de lumière et la production de vapeurs désagréables; il a eu l'ingénieuse idée d'alimenter un godet spécial, où venait tremper la mèche, par un mécanisme assez semblable à celui qu'employait Carcel, et il maintient automatiquement l'huile à un niveau fixe dans ce godet.

65. Becs à mèche plate. — Les conditions d'établissement des becs à mèche plate sont différentes : au-dessus du bec et à une certaine hauteur, on dispose une sorte de capuchon en métal qui renvoie le courant d'air sur la flamme et la fait brûler au blanc. Généralement la lampe comporte plusieurs mèches. On en construit depuis trois jusqu'à cinq mèches, disposées suivant l'axe de la lanterne. Si elles sont placées parallèlement à cet axe, il peut en résulter des stries noires verticales sur le disque provenant de l'espace

obscur entre les mèches; on l'évite en disposant celles-ci en forme de W. En général, ces becs brûlent dans une chambre en tôle munie à l'avant d'une plaque de verre


Fig. 33.



Bec à mèche plate.

incassable et à l'arrière d'un réflecteur en plaqué. Celui-ci porte en son centre un regard fermé par un disque de verre coloré, permettant de surveiller la flamme, sans fatigue pour les yeux. La chambre de combustion est surmontée d'une cheminée en tôle de grande longueur, faite en deux pièces coulissant l'une dans l'autre pour faciliter l'embal-

lage. Le dessus de la cheminée est agencé avec chicanes pour empêcher la diffusion de la lumière émanée de la cheminée.

Dans un modèle récent (*fig.* 33) nous avons remarqué une cheminée de tôle comprenant deux parties coulissant l'une dans l'autre et manœuvrées par un pignon et une crémaillère, de manière à régler facilement le tirage, en cas de besoin, par l'allongement ou le raccourcissement de la cheminée.

66. Insufflation d'oxygène. — D'après ce que nous venons de voir, le problème à résoudre consiste essentiellement à fournir au bec une grande quantité d'air, de manière à brûler complètement tout le carbone contenu dans le pétrole; sinon ce carbone non brûlé est entraîné par les gaz chauds dans l'atmosphère et produit une fumée noirâtre, grasse au toucher, qui salit irrémédiablement les objets sur lesquels elle se fixe. L'air ne contenant qu'à peine 21 pour 100 d'oxygène, il passe dans la flamme beaucoup d'azote qui s'échauffe aux dépens de la température de la flamme; or celle-ci est d'autant plus blanche que la chaleur développée est plus forte. Il en résulte qu'on augmente considérablement le pouvoir lumineux du pétrole en insufflant dans la flamme un peu d'oxygène; ce gaz doit être employé en faible proportion. Il a cependant l'inconvénient d'augmenter beaucoup la chaleur dégagée par la lampe.

67. Les avantages du pétrole. — Le pétrole donne une flamme très blanche, d'un pouvoir éclairant supérieur à celui des huiles végétales; il est en même temps beaucoup plus économique [1]. Chandler a calculé qu'une lampe

[1] Ceci est surtout vrai dans les pays étrangers, notamment en Russie,

à mèche plate de $0^{m},009$ a un pouvoir éclairant de 9 bougies de blanc de baleine brûlant $7^{gr},8$ par heure; une lampe à mèche circulaire de même diamètre donnait 12 bougies; il en concluait qu'un litre de pétrole rectifié équivaut, en moyenne, à $2^{kg},150$ de bougies de blanc de baleine, ce qui donne au Carcel (8 bougies) une dépense par heure de $0^{fr},088$ avec le blanc de baleine et $0^{fr},014$ avec le pétrole rectifié.

68. Inconvénients du pétrole. — Le pétrole présente plusieurs inconvénients qu'il est utile de signaler; il donne en brûlant une température très élevée et échauffe très vite, par rayonnement, la lampe et le corps de la lanterne. Comme il ne tarde pas à porter à haute température la face arrière du condensateur, celui-ci serait exposé à se briser si les constructeurs n'avaient soin de ménager un afflux d'air considérable autour de celui-ci. Nous avons signalé déjà la précaution prise par A. Laverne d'isoler le support du condensateur, de manière à prévenir son échauffement. D'autre part, si la lampe n'est pas surveillée d'une façon constante, les conditions du tirage se modifient, tant par suite de l'échauffement de l'air de la salle où les projections se font, que par suite de sa diminution en oxygène, diminution produite par la combustion et la respiration des auditeurs. Il y a donc lieu d'assurer dans la salle une ventilation énergique, sinon la lampe ne tarde pas à fumer et à répandre des odeurs âcres très désagréables.

69. Les soins à donner aux lampes à pétrole. — La

---

car en France le pétrole est grevé de droits beaucoup plus élevés même que le prix d'achat réel.

lampe à pétrole exige des soins tout particuliers. Elle ne doit être jamais remplie qu'au moment de s'en servir et, aussitôt les projections finies et la lampe refroidie, elle doit être soigneusement vidée, sinon l'huile, continuant à monter par capillarité, suinterait sur la lampe; au contact de l'air elle se résinifierait et formerait avec les poussières de l'atmosphère une sorte de vernis qui, distillé en quelque sorte au cours de la séance suivante, remplirait la salle d'une odeur repoussante.

Après avoir été remplie d'huile fraîche, la lampe est essuyée avec le plus grand soin, les mèches sont coupées nettement d'un coup de ciseau. On emploiera de préférence pour les mèches plates le coupe-mèche représenté ci-contre

Fig. 34.

Coupe-mèches.

qui agit un peu à la manière des tondeuses et a l'avantage de donner une section très franche. Il ne faut pas oublier que tout fil excédant la mèche produirait une flamme plus haute et sujette à fumer. Les deux angles des mèches plates seront abattus pour les mêmes raisons. La mèche doit être coupée de manière à enlever toute la partie carbonisée, en laissant cependant un léger liseré noir pour faciliter l'allumage.

La lampe sera d'abord allumée la mèche à demi baissée, et tenue quelques instants au grand air; cette précaution

aura pour but de permettre à l'huile qu'on n'aurait pu essuyer de s'évaporer et à la lampe de s'échauffer peu à peu. Lorsque le tirage sera bien établi et que la lampe n'aura plus d'odeur, on l'introduira dans la lanterne. Dans aucun cas, on ne doit, au cours de la séance, mettre la lampe à petite flamme, car la combustion se fait alors très mal et une partie de l'huile est évaporée sans brûler et donne alors une insupportable odeur.

CHAPITRE VIII.

LA LUMIÈRE OXYHYDRIQUE.

Principes de la production de la lumière oxyhydrique. — Divers modes de production de cette lumière. — Oxygène. — Propriétés et préparations de laboratoire. — Préparation pratique. — Examen des produits. — Les réactions effectuées. — Proportion d'oxygène dégagé. — Conduite pratique de l'opération. — Sacs et compresseurs. — Inconvénients des sacs. — Production industrielle de l'oxygène. — L'oxygène comprimé système Brin. — Récipients à oxygène comprimé. — Manomètre. — Régulateur. — Montage du réservoir à oxygène. — Innocuité des réservoirs à haute pression.

70. Principes de la production de la lumière oxyhydrique. — Le mode d'éclairage, qui donne les plus beaux résultats et le plus communément employé, est la lumière oxyhydrique. Le procédé consiste essentiellement à augmenter le pouvoir calorifique d'une flamme gazeuse à l'aide de l'oxygène et à projeter cette flamme sur un corps réfractaire qu'elle ne tarde pas à amener au blanc éblouissant.

Les températures développées dans cette opération sont considérables; la matière, en s'échauffant, prend une série de colorations caractéristiques. Pouillet, à l'aide du pyromètre à platine, a cherché à évaluer les températures atteintes aux divers points; il a trouvé les résultats suivants :

Rouge sombre	700°
Rouge cerise	900
Orangé clair	1200
Blanc nuancé	1300
Blanc éblouissant	1500

Les températures obtenues et par suite le pouvoir lumineux dépendent beaucoup de la température de combustion initiale du gaz employé.

Au début, Drummond, l'inventeur du procédé (1), mélangeait en proportions convenables de l'oxygène et de l'hydrogène, dont le jet enflammé était projeté sur de la chaux. Ce moyen était des plus dangereux, le mélange des deux gaz constituant un explosif très violent. Aujourd'hui, les gaz, convenablement dirigés à l'aide d'un appareil appelé chalumeau, ne se mélangent qu'au point même où doit se faire la combustion.

71. Divers modes de production de la lumière oxyhydrique. — La lumière oxyhydrique est donc produite par un gaz comburant, l'oxygène, et un gaz combustible. Divers procédés ont été préconisés pour la production du gaz combustible et ont donné lieu aux variétés suivantes, que nous énumérons par ordre décroissant d'intensité lumineuse.

Gaz combustible.	Gaz comburant.	Nom donné à cette lumière.
Hydrogène	Oxygène.	Lumière Drummond.
Oxygène saturé de vapeurs d'éther	id.	Lum. oxyéthérique.
Gaz d'éclairage	id.	Lum. oxyhydrique.
Oxygène saturé de vapeurs d'essences carburées	id.	
Air chargé de vapeurs d'éther	id.	
Air carburé	id.	
Flamme d'esprit-de-vin	id.	Lum. oxycalcique.

Nous allons successivement étudier : 1° l'oxygène; 2° les

(1) Drummond (Thomas), officier de marine, né à Édimbourg en 1797, mort en 1840. Fut chargé de la triangulation de la Grande-Bretagne, et, pour faciliter son travail, en 1824, inventa la lumière oxyhydrique, qui lui fournissait des signaux lumineux visibles à plus de 100 kilomètres.

gaz combustibles; 3° les corps réfractaires à échauffer. Puis nous décrirons les divers appareils employés pour produire la lumière; le réglage sera étudié dans le second Volume.

L'OXYGÈNE.

72. Propriétés et préparations de laboratoire. — L'oxygène est un gaz incolore, inodore, insipide; plus lourd que l'air (D = 1,1056). Un litre de ce gaz à 0° pèse 1gr,43; il est peu soluble dans l'eau et ne se liquéfie que sous de très hautes pressions et à des températures très basses [1]. Au point de vue chimique, l'oxygène est un comburant énergique, c'est-à-dire qu'il entretient la combustion avec une grande activité. C'est un des corps les plus répandus dans la nature; il entre pour $\frac{1}{5}$ environ dans la composition de l'air et pour $\frac{1}{3}$ dans la composition de l'eau. On le prépare dans les laboratoires de diverses manières, dont nous citerons les principales.

1° *Par le bioxyde de manganèse et l'acide sulfurique.* (Scheele). — On chauffe dans un ballon (*fig.* 35) du bioxyde de manganèse avec de l'acide sulfurique concentré, le gaz est lavé en passant dans une dissolution de potasse.

2° *Par le chlorate de potasse.* — On décompose ce sel par la chaleur; on aide la réaction en mélangeant le chlorate avec du sable, ou mieux avec du bioxyde de manganèse. C'est le procédé le plus simple et nous verrons tout

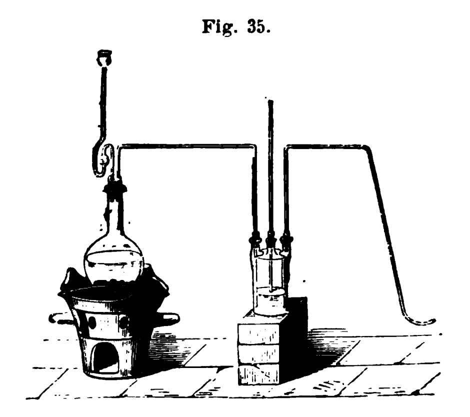
---

[1] C'est en 1877 seulement que Cailletet et Raoul Pictet sont arrivés à le liquéfier en employant des pressions de près de 800 atmosphères et un froid de — 160°.

à l'heure qu'il peut être facilement mis en pratique pour les projections.

3° *Par le chlorure de chaux.* — On chauffe au rouge sombre du chlorure de chaux mélangé avec un peu de

Fig. 35.



Préparation de l'oxygène.

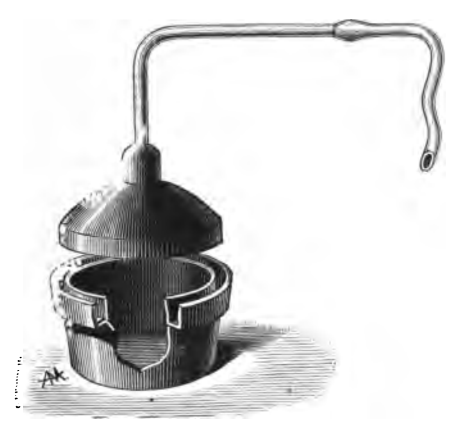
chaux éteinte, ou une solution saturée de chlorure de chaux avec un peu de peroxyde de cobalt.

4° *Par l'acide sulfurique* (H. Deville). — On fait tomber goutte à goutte de l'acide sulfurique dans une cornue remplie de fragments de briques et fortement chauffée. L'acide se dédouble en oxygène et acide sulfureux; ce dernier est dissous dans l'eau et l'oxygène se dégage à l'état pur.

De nombreuses réactions ont été indiquées dans ce genre et nous verrons plus loin que plusieurs procédés industriels ont été basés sur son extraction de l'air.

73. Préparation pratique de l'oxygène. — La préparation pratique de l'oxygène se fait par la décomposition du chlorate de potasse à l'aide de la chaleur. On emploie dans ce but une cornue spéciale en fonte, qui se compose d'une marmite ronde dont le rebord est muni d'une gouttière pro-

Fig. 36.



Cornue à oxygène.

fonde dans laquelle s'engage un chapiteau prolongé par un long tube de cuivre. Le chlorate de potasse est mélangé avec moitié ou un quart de son poids de bioxyde de manganèse et introduit dans la marmite. Puis on coule dans la gouttière un peu de plâtre gâché demi-dur et l'on recouvre avec le chapiteau dont on a eu soin, auparavant, de mouiller les bords pour assurer l'adhérence du plâtre; on laisse prendre, ce qui demande une demi-heure au plus, et l'appareil se trouve ainsi parfaitement étanche.

On dispose la marmite sur un réchaud à gaz; c'est le

meilleur mode de chauffage, car il permet de ralentir ou d'accélérer la fusion à volonté.

Le tube de cuivre est joint par un tuyau de caoutchouc au laveur. Celui-ci se compose d'un flacon à trois tubulures, semblable à celui qui est figuré plus haut (*fig.* 35). On trouve dans le commerce des laveurs métalliques, nous préférons l'emploi d'un flacon de verre qui permet de suivre plus facilement l'opération. Le tuyau venant de la marmite communique avec un tube descendant jusqu'au fond du laveur. Celui-ci est à demi rempli d'eau contenant un peu de potasse ou de soude caustiques en solution; à défaut, on peut y mettre un fragment de crayon de chaux vive; en tous cas, il est utile que cette solution soit alcaline pour absorber le chlore ou l'acide carbonique qui pourraient être produits dans l'opération, comme nous verrons plus loin ([1]).

Le flacon doit contenir au moins un litre de solution : il doit donc avoir une capacité d'au moins deux litres.

La tubulure centrale est munie d'un tube qui descend à trois ou quatre millimètres plus bas que le niveau du liquide; ce tube, dit tube de sûreté, a pour but d'empêcher le liquide d'être refoulé dans la cornue. En effet, si la pression diminue dans cette dernière, l'eau sera aspirée, mais le niveau baissant aussitôt, le gaz pourra s'échapper du flacon par le tube de sûreté et l'équilibre se rétablira; inversement, une partie de l'eau sera projetée par le tube de sûreté et le gaz pourra se dégager par ce tube, évitant l'explosion de la chaudière.

Pour mieux suivre l'état de la pression dans l'appareil,

([1]) Le carbonate de soude ou de potasse, le sel connu vulgairement sous le nom de cristaux, ne conviendrait pas; en absorbant le chlore il dégagerait de l'acide carbonique.

nous employons un tube deux fois coudé en S, dans le genre de celui qui est placé sur le ballon dans la *fig.* 35. Dans la boucle la plus basse de l'S nous mettons quelques gouttes de liquide coloré, et suivant que celui-ci est repoussé vers l'extérieur ou vers l'intérieur du flacon, nous jugeons avec facilité si la pression baisse ou augmente.

La dernière tubulure est munie d'un tube de verre coudé de gros diamètre et ne descendant pas plus bas que le col même de la tubulure; il est destiné à l'évacuation du gaz et est relié au sac par un tuyau de caoutchouc.

Le flacon laveur est muni une fois pour toutes de ses trois tubes qu'on assujettit en place à l'aide de bouchons percés suivant leur axe. Pour éviter les fuites par les bouchons, on lute avec un mastic composé de :

Résine	4	parties.
Cire	1	»
Colcotar	1	»

On l'étend à chaud. Le laveur se vide par le tube coudé de la troisième tubulure et se remplit par le tube de sûreté.

Nous croyons devoir signaler un appareil très simple employé en Angleterre et que nous a montré M. Molteni. Il se compose d'un tube droit en métal (*fig.* 37), percé à la partie inférieure d'une quantité de petits trous; ce tube se joint à la cornue par un tuyau de caoutchouc; il porte une sorte de chapeau en métal avec tubulure latérale; ce chapeau sert à coiffer une bouteille de verre quelconque et la fermeture est assurée par le large anneau de caoutchouc. La bouteille est à demi remplie d'eau alcaline. On conçoit que ce dispositif constitue le laveur le plus simple possible.

Avant de décrire la conduite de l'opération, il est utile d'étudier les composants qui vont être employés et les

réactions qui se produisent. On comprendra mieux ainsi les

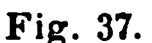
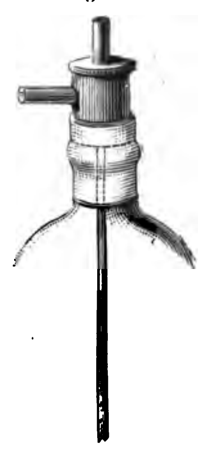


Fig. 37.



Tube laveur.

raisons des diverses recommandations que nous aurons à faire.

74. Examen des produits. — Il est nécessaire que les produits employés soient, sinon chimiquement purs, au moins aussi purs que possible; autrement, il peut en résulter de graves accidents.

I. *Chlorate de potasse.* — Le chlorate de potasse du commerce est fréquemment souillé par du chlorure de potassium; s'il n'en contient que de petites quantités, cela est sans importance; mais si, au contraire, la proportion est forte, cela peut avoir des inconvénients; d'abord il se produira, pendant l'opération, du chlore qui attaquera la cornue

et, pénétrant dans le sac, pourra amener la désagrégation du tissu caoutchouté et, par suite, sa perte. D'autre part, la quantité d'oxygène sur laquelle on était en droit de compter sera de beaucoup diminuée.

On essaye le chlorate de deux façons :

1° En mettant quelques cristaux à fondre dans un peu d'eau et en versant dans la solution quelques gouttes de bain d'azotate d'argent à 5 pour 100. La présence du chlorure sera décelée par un abondant précipité blanc.

2° On fait chauffer dans un petit tube d'essai quelques cristaux de chlorate : lorsqu'ils sont fondus, l'oxygène se dégage; mais, si l'échantillon contient du chlorure ou de l'hypochlorite, le tube se remplit d'un gaz verdâtre, le chlore, facilement reconnaissable à son odeur piquante et désagréable. Un échantillon de chlorate contenant trop de chlorure doit être rejeté.

II. *Bioxyde de manganèse.* — Le bioxyde de manganèse est une poudre noire, brillante, souvent falsifiée par du noir de fumée ou du charbon concassé. Il est très important que le bioxyde soit pur, car le chlorate forme avec les matières combustibles des explosifs très violents et il y a lieu pour cette raison de s'assurer non seulement que le bioxyde en est bien privé, mais encore de vérifier si le chlorate ne contient pas des débris de paille, de bois, de papier, etc.

On essaye le bioxyde en en mélangeant une petite quantité avec un peu de chlorate de potasse et en chauffant le tout dans un tube d'essai : si le bioxyde est pur, l'oxygène se dégagera facilement et l'on n'observera que quelques petites étincelles brillantes se produisant au sein de la masse : si le bioxyde est impur, il se fera une violente explosion qui brisera le tube. Pour cette raison, il convient

de faire l'essai sur une très petite quantité et de tenir le tube au-dessus de la flamme à l'aide d'une pince à potence et s'éloigner de quelques pas.

Un manganèse impur se purifiera aisément en le portant au rouge dans un creuset, on le lave ensuite à l'eau pour enlever les potasses formées dans la combustion des matières organiques et on le sèche. Une seconde épreuve montrera si la calcination a été poussée assez loin.

Les deux produits sont mélangés en les étendant simplement sur une feuille de papier ou mieux sur une assiette de porcelaine et les mélangeant avec un couteau de bois jusqu'à ce que toute la masse ait pris une teinte grisâtre uniforme.

75. Les réactions produites. — Les deux composants du mélange connus, il s'agit de préciser les réactions qui se passeront dans la cornue.

Le premier effet de la chaleur est de dégager l'eau contenue dans les cristaux de chlorate; cette eau se vaporise et va se condenser dans le tube, plus froid. En continuant l'action d'une chaleur modérée, le chlorate fond peu à peu, dégage une partie de son oxygène et passe : une partie à l'état de perchlorate, l'autre de chlorure de potassium, ce qui est représenté par la formule suivante :

$$2ClO^3K = KCl + ClO^4K + 2O.$$

Cette réaction se produit vers 400°; à ce moment, la production de l'oxygène cesse; il faut alors pousser la chaleur, et le perchlorate se décomposant à son tour cède tout son oxygène et passe à l'état de chlorure de potassium :

$$KClO^4 = KCl + 4O.$$

Si, au lieu de faire graduellement monter la chaleur, on avait de suite poussé le feu, la transformation se serait faite avec brusquerie, le tube de dégagement eût été insuffisant pour l'écoulement du gaz et la cornue aurait éclaté.

Il est à noter que le dommage serait très faible, étant donné le mode de liaison du chapiteau et de la marmite, qui, cédant très rapidement, aurait évité le bris de la cornue : c'est pour cette raison qu'a été conseillé l'emploi du scellement au plâtre.

Remarquons que, dans les formules ci-dessus, il n'a pas été tenu compte du bioxyde de manganèse, c'est que ce corps ne concourt pas *chimiquement* à l'opération. Autrefois le phénomène restait inexpliqué et l'on se contentait de dire que c'était par *action de présence,* par *force catalytique,* que le manganèse agissait. Aujourd'hui il est reconnu que le manganèse a une action physique; il sert à diviser la masse et, grâce à sa couleur noire, il répartit mieux la chaleur et assure par suite la régularité du dégagement d'oxygène. Quelques auteurs cependant croient qu'il passe par une série de suroxydations et de désoxydations successives. Quoi qu'il en soit, l'opération terminée, il se retrouve sans altération et il est à noter que du sable fin, de la brique pilée, etc., remplacent parfaitement le bioxyde de manganèse.

Nous ajouterons qu'on a indiqué, pour régulariser la production du gaz, le mélange suivant :

Chlorate de potasse	16	parties.
Manganèse	4	»
Sel marin	3	»

Le sel agirait pour empêcher la formation du perchlorate.

76. Proportion d'oxygène dégagée. — Un simple calcul d'équivalence nous montre que 1kg de chlorate de potasse

donne théoriquement 391gr,83 d'oxygène, soit 274 litres.

Reprenons les formules ci-dessus condensées, et remplaçons les divers éléments par les poids atomiques, nous aurons :

$$\underbrace{\begin{array}{c}2KClO^3 \\ 2(39+35,5+3\times 16)\end{array}}_{245,0} \quad = \quad \underbrace{\begin{array}{c}2KCl \quad +6O \\ 2(39+35,5)+6\times 16.\end{array}}_{245,0}$$

Ainsi 245gr de chlorate de potasse fournissent 96gr d'oxygène; une simple règle de trois nous montrera que 1kg fournit

$$\frac{96\times 1000}{245} = 391^{gr},83.$$

Le litre d'oxygène pesant 1gr,43, cela donne 274 litres à 0° et 760. Mais, par suite des pertes de toute nature, il faut compter à peine sur une moyenne de 250 litres.

77. Conduite pratique de l'opération. — Nous dirons en quelques mots les soins pratiques à apporter dans cette manipulation.

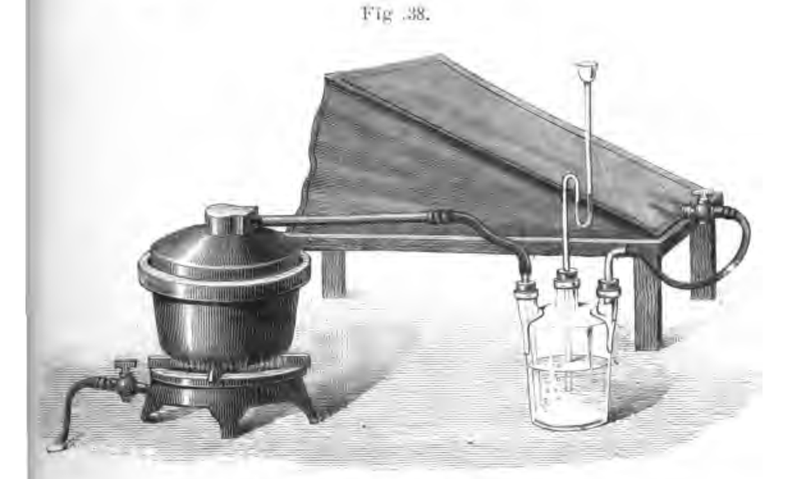
La cornue, ayant été chargée comme il a été dit et scellée, est mise sur un réchaud à gaz (*fig.* 38) et placée de telle sorte que le tube de cuivre soit légèrement incliné, de manière que l'eau de cristallisation qui se condensera dans le tube coule facilement jusqu'au laveur et n'obstrue pas le tube. Pour la même raison, le laveur sera placé en contre-bas, et le tube de caoutchouc ne devra pas former de coude.

Le sac à gaz est maintenu plus haut que le laveur, il est au besoin légèrement chauffé pour l'assouplir et roulé sur lui-même pour faire sortir exactement tout l'air, on ferme le robinet, puis on l'étend bien à plat.

Le tube de sortie du laveur n'est pas encore joint au sac, pour laisser écouler tout l'air de l'appareil, qui sera chassé par la chaleur et la production du gaz.

Ceci préparé, on chauffe légèrement en élevant peu à peu la température, mais sans ouvrir le robinet du fourneau à

Fig. 38.



Disposition générale de l'appareil.

gaz plus qu'au tiers. On voit bientôt apparaître quelques bulles, qui traversent l'eau du laveur et deviennent de plus en plus nombreuses. On laisse s'écouler l'air et l'on tient près du tube de sortie un petit charbon allumé : tant qu'il ne passe que de l'air, le charbon reste rouge. Aussitôt que l'oxygène paraît en quantité, le charbon s'enflamme et passe au blanc; on rejoint aussitôt le tube au robinet du sac, qu'on se hâte d'ouvrir. Au bout d'un certain temps, la production du gaz (reconnaissable au bruit qu'il fait en barbo-

tant dans le laveur et au passage des bulles) se ralentit : le perchlorate est formé. On ouvre un peu plus le robinet du fourneau à gaz et l'on surveille l'afflux de l'oxygène en ayant soin de ne pousser que lentement la chaleur, sinon les tubes ne suffisant pas à l'écoulement, il pourrait y avoir explosion ou tout au moins arrachement du tube en caoutchouc et perte de gaz ; la manœuvre du robinet du fourneau à gaz doit suffire à régulariser la production de l'oxygène.

Pendant que le gaz, dans la seconde partie de l'opération, se dégage avec vitesse, il est bon de soulager le sac en le tenant soulevé par ses deux coins supérieurs, le gaz s'écoule alors plus facilement.

Enfin tout le chlorate est décomposé, et on le reconnaît parce qu'il ne passe plus que quelques bulles espacées. On ôte le tube de caoutchouc de la marmite et l'on éteint le feu. Ne pas oublier que le tube doit être enlevé en premier lieu, sinon la cornue se refroidissant, il y aurait appel du côté du flacon laveur, l'eau arriverait dans la marmite où elle se vaporiserait instantanément, causant une explosion dangereuse. Il est vrai que le scellement au plâtre, désagrégé par la chaleur, céderait vite, et cet accident nous étant arrivé par suite d'une fausse manœuvre de notre aide, s'est réduit à la projection du couvercle de la cornue à côté du fourneau. Mais l'accident eût pu avoir de plus graves conséquences, et nous croyons bon de mettre l'opérateur en garde contre lui.

Le robinet du sac est refermé et le laveur vidé.

Dès que la marmite est à peu près refroidie, on enlève le chapiteau en le tournant un peu pour le dégager ; on a soin, dans cette opération, de ne pas faire tomber du plâtre dans l'intérieur ; au besoin, si l'accident arrive, on enlève les morceaux avec une carte pliée : puis, avec une cuiller en

fer, on retire le résidu qui se présente sous la forme d'une masse cristalline spongieuse, violacée. On met ce résidu dans de l'eau bouillante, puis, après l'avoir remué pour qu'il se dissolve, on jette le liquide sur un entonnoir garni d'un filtre. Le chlorure de potassium se dissout et filtre en un liquide légèrement teinté de jaune (oxyde de fer); le manganèse reste sur le filtre, on le lave en faisant passer sur le filtre deux ou trois litres d'eau bouillante, on reconnaît que le lavage est terminé quand les dernières gouttes de filtrage n'ont aucune saveur salée. Le manganèse est bien égoutté, puis le filtre est sorti de l'entonnoir, étalé sur une assiette et séché au four. Le manganèse est ensuite recueilli à l'état de poudre sèche et pourra servir pour une série d'autres opérations. Le chlorure de potassium sans valeur est jeté.

La marmite ainsi que les tubes de caoutchouc doivent être soigneusement lavés, sinon le chlorure de potassium amènerait rapidement leur destruction.

Nous nous sommes un peu étendu sur cette préparation parce qu'elle demande quelques soins, bien qu'elle ne présente réellement aucune difficulté (1).

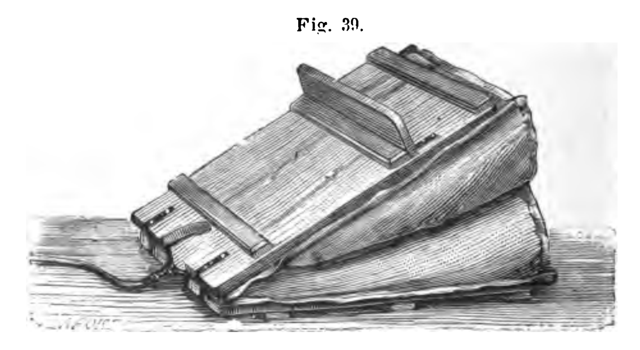
78. Sacs à oxygène. — Les sacs destinés à contenir l'oxygène sont en caoutchouc ou, mieux, en toile caoutchoutée : celle-ci consiste en une lame de caoutchouc mince laminée et collée entre deux couches d'un tissu croisé, résistant. Les sacs se font, en général, de deux grandeurs : l'une contenant de 100 à 125 litres, l'autre de 225 à 250 litres.

---

(1) Il nous paraît inutile de mentionner les procédés décrits par Hepworth, consistant à préparer le gaz oxygène au fur et à mesure de son emploi, pendant la séance; ces procédés ne sont nullement pratiques et offrent même un certain danger.

Ils sont de forme carrée (*fig.* 39) et disposés comme un soufflet, ce qui leur donne, une fois remplis, l'apparence d'un prisme triangulaire. Au milieu d'une des arêtes est fixé un robinet. Le meilleur modèle, dit de sûreté, est muni d'une clé à charnière portant une ouverture carrée, dans laquelle peut pénétrer un tenon fixé à l'extrémité du robinet. L'as-

Fig. 39.



Sac dans son compresseur.

semblage du tenon et de la clé ne peut se faire que lorsque le robinet est exactement fermé et, d'autre part, la tête du tenon dépassant la clé, porte un trou dans lequel on peut engager un cadenas, ce qui assure l'exacte fermeture du sac.

79. Compresseurs. — Lorsqu'on doit employer l'oxygène, il y a lieu d'exercer sur le sac une certaine pression, tant pour chasser le gaz que pour le lancer avec force dans la flamme du chalumeau; on se sert dans ce but d'un *compresseur*, qui se compose essentiellement de deux plateaux en bois, reliés par des charnières et portant une encoche pour laisser passer le robinet. Le plateau supérieur est muni

d'un rebord, servant à retenir les poids destinés à comprimer le sac (*fig.* 39).

Les poids, dont on charge les sacs, dépendent du débit du chalumeau, de la longueur des tubes de caoutchouc, etc.; en général, ils varient entre 60kg et 80kg.

Les compresseurs à plateaux en bois ont l'inconvénient d'être lourds et peu portatifs, nous signalerons que plusieurs constructeurs, notamment en Angleterre, les composent de cadres démontables en bois, dans l'intérieur desquels sont tendues de fortes sangles : un tel dispositif est beaucoup plus pratique.

80. Inconvénients des sacs. — Les sacs en caoutchouc ne peuvent garder longtemps l'oxygène; au bout de quelques jours, même avec les sacs qui paraissent les plus étanches, il y a échange de l'oxygène avec une partie de l'air et le seul moyen réellement pratique consiste à garder le gaz en vase métallique sous pression, comme nous allons l'expliquer tout à l'heure.

D'autre part, il est utile de conserver les sacs à une température constante; le froid, en modifiant la texture du caoutchouc, le rend cassant : il ne faut pas chercher à défaire brusquement les plis d'un sac de caoutchouc durci par le froid; on fixe au robinet un bout de tube de caoutchouc muni d'un entonnoir et l'on fait peu à peu pénétrer dans le sac quelques litres d'eau à 30° ou 40°; on échauffe ainsi peu à peu le sac et on le gonfle doucement à l'aide d'un soufflet, en ayant soin d'égaliser autant que possible l'action de la chaleur. On parvient de cette manière à lui rendre peu à peu sa souplesse.

Lorsque les sacs ont été soumis à de fortes chaleurs, la colle au caoutchouc, qui servait à fixer la toile, se ramollit

et peut, en exsudant, réunir les divers plis entre eux : il est très difficile de remettre un tel sac en bon état, on essayera toutefois de décoller les plis en employant de l'eau chaude, ou au besoin de la benzine; si l'on parvient à le déplier complètement, il sera bon de l'essayer avant de l'employer. Dans ce but, une fois bien sec, on le remplira d'air avec un soufflet et on le mettra dans un compresseur chargé de poids, en notant à l'aide d'un repère le point où s'arrête le bord supérieur du compresseur. Au bout d'une heure ou deux, on vérifiera si le bord n'est pas descendu, ce qui prouverait que le sac ne fuit pas.

81. Production industrielle de l'oxygène. — La fabrication de l'oxygène demande, comme on l'a vu, quelques soins, qui rebutent parfois l'amateur; aussi est-il à noter qu'on a cherché à plusieurs reprises à produire industriellement ce gaz. Sans entrer dans le détail des diverses tentatives dans ce sens, nous citerons les principales.

L'attention des chercheurs s'est plus particulièrement portée sur l'extraction de l'oxygène contenu dans l'air : on sait que celui-ci est en effet un mélange [1] de 79 parties d'azote et de 21 d'oxygène. Parmi les divers moyens proposés, il convient de citer le procédé Tessié du Motay : il consiste à chauffer au rouge dans une cornue un mélange de peroxyde de manganèse et de manganate de soude. Pendant l'opération, on fait circuler dans la cornue un courant d'air sous pression et le mélange ne tarde pas à passer à l'état de permanganate; ce résultat obtenu, on envoie un courant de vapeur d'eau, qui désoxyde le sel manganique;

---

[1] Notons bien qu'il s'agit d'un mélange dans lequel les molécules ne sont que juxtaposées, et non d'une combinaison.

la vapeur chargée d'oxygène se rend dans un serpentin convenablement refroidi où elle se condense, et l'oxygène est recueilli dans un gazomètre. L'opération peut continuer indéfiniment par une succession alternée de courants d'air et de vapeur d'eau. Ce système a été essayé en grand, en 1868, pour l'éclairage oxyhydrique de la place de l'Hôtel-de-Ville; il a été abandonné pour des raisons d'ordres divers.

Boussingault avait déjà indiqué que la baryte absorbe l'oxygène de l'air lorsqu'elle est chauffée et qu'elle restitue cet oxygène lorsque la température est poussée plus loin. Cette donnée a conduit M. Brin à un procédé industriel; une compagnie a été fondée pour l'exploiter, et il existe à Paris une usine où le gaz est produit d'une façon courante.

82. L'oxygène comprimé, système Brin. — Nous résumerons ici, en quelques mots, comment le procédé est appliqué; nous avons recueilli ces détails dans une visite faite à l'usine même. Dans un fourneau de maçonnerie sont enclavées deux séries de cornues en fonte ou batteries, chauffées à l'aide de l'oxyde de carbone fourni par une haute colonne à coke. Les cornues sont chargées de baryte caustique; dès que la première batterie a atteint une température voisine de 500°, on la fait traverser par un courant d'air sec, privé de son acide carbonique par un barbotage dans l'eau de chaux. La baryte se suroxyde et au tube de sortie on recueille de l'azote pur; lorsque la baryte n'absorbe plus d'oxygène, on dirige l'air sur la seconde batterie et l'on pousse le feu dans la première, de manière à lui faire atteindre la température de 800°. A ce point, la baryte abandonne tout le gaz absorbé, qu'on extrait à l'aide d'une pompe et qu'on recueille dans un gazomètre. La simple

manœuvre d'un robinet, l'élévation et l'abaissement alternatifs de la température dans les batteries, suffisent pour produire l'oxygène d'une façon continue.

L'emmagasinage du gaz se fait dans des récipients en acier où le gaz est comprimé à haute pression par une pompe spéciale, comprenant une série de corps de pompe communiquant de l'un à l'autre et comprimant graduellement le gaz.

83. Récipients à oxygène comprimé. — L'oxygène est comprimé dans deux sortes de récipients, les uns en tôle

Fig. 40.



Seau à oxygène comprimé.

d'acier, dits à basse pression, les autres en acier plus résistant et, par conséquent, pouvant contenir le gaz à haute pression.

Les premiers (*fig.* 40) ont la forme d'un seau cylindrique

à anses. La faible épaisseur de leurs parois ne leur permet pas de supporter de hautes pressions; ils ne peuvent, par suite, malgré leur volume relativement grand, contenir une forte provision d'oxygène. Deux modèles sont employés : le tableau ci-dessous donne sur eux les renseignements principaux.

	Petit modèle.	Grand modèle.
Contenance...	200 litres.	500 litres.
Pression.......	8 atmosphères.	9 atmosphères.
Dimensions...	$0^m,53 \times 0^m,25$.	$0^m,85 \times 0^m,30$.
Poids.........	8 kilogrammes.	$18^{kg},500$.

Les récipients à haute pression sont constitués par un tube d'acier doux d'une seule pièce, formant une sorte de réservoir tubulaire dans lequel le gaz peut être comprimé à haute pression. Le tube est terminé par une calotte sphérique et, à l'autre extrémité, par un ajutage sur lequel se visse latéralement un robinet à tête carrée, mu par une clé spéciale. La tête de l'ajutage est filetée pour la mise en place du régulateur et du manomètre. Ces tubes ont été timbrés à la pression de 250^{kg} et ne sont jamais chargés à une pression supérieure à 120^{kg}.

Le robinet de sortie du gaz se compose essentiellement d'une vis à tête conique qui s'engage dans une cavité de même forme sur le tube de sortie; il en résulte qu'en vissant ou en dévissant légèrement ce robinet, on ouvre un passage plus ou moins grand au gaz et, ainsi, on règle facilement le débit.

L'usine Brin a construit plusieurs modèles de tubes sur lesquels nous donnerons ici quelques renseignements; sept modèles, désignés par la série alphabétique, sont en vente; nous ne citerons que les quatre premiers, qui seuls sont pratiques pour les projections.

	Tube A.	B.	BB.	C.
Contenance à 1 atmosphère..	1l,410	2l,830	6l,250	9l,400
» à 120 atmosphères.	165l	330l	750l	1100l
Dimensions : Longueur	0m,30	0m,58	0m,58	0m,80
» Diamètre	0m,10	0m,10	0m,14	0m,14
Poids.........................	4kg	6kg,700	11kg	14kg

84. Manomètre. — On se rend compte de la quantité de gaz restant dans le tube à l'aide d'un manomètre Bourdon. On connaît la contenance du tube à 1 atmosphère; d'autre part, les gaz suivent, dans les limites de l'expérience, la loi de Mariotte, à savoir que les volumes occupés sont en raison inverse des pressions, c'est-à-dire que par chaque atmosphère de pression la contenance s'augmente d'un volume d'oxygène égal à la capacité du tube; étant donnée la pression manométrique, il suffit donc de la multiplier par la teneur du tube à 1 atmosphère pour savoir ce qui reste de gaz après chaque séance.

Si l'on emploie le tube BB, par exemple, dont la contenance est 6lit,250 et que le manomètre indique 92 atmosphères, on pourra être sûr que le tube contient

$$6{,}250 \times 92 = 575 \text{ litres.}$$

85. Régulateur. — Il importe que le gaz ne parvienne pas au chalumeau avec toute la pression qu'il possède et qui tend de plus en plus à décroître; il doit être au contraire maintenu à une pression égale et modérée; on emploie dans ce but un appareil appelé régulateur de pression (*fig.* 41).

Divers modèles ont été proposés par les constructeurs ; ils se réduisent en général au principe suivant : le gaz est obligé de passer par une chambre à parois élastiques, le plus souvent un sac en fort caoutchouc maintenu replié sur lui-même par un ressort; il gonfle cette chambre et celle-ci

en se déployant soulève une soupape qui obture plus ou moins la sortie du gaz et en modère par suite le débit.

Fig. 41.



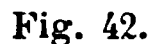
Régulateur de pression.

L'ouverture étant toujours réglée par la différence de pression entre le gaz de la chambre et celui du tube, le débit se maintient à une pression toujours égale.

86. Montage du réservoir à oxygène. — Le montage le plus commode de ces divers appareils est représenté par la *fig.* 42. On se sert dans ce but d'un ajutage auxiliaire à angle droit muni d'une tubulure à contre-écrou, qui se visse sur l'ajutage du réservoir.

On obtient un joint étanche par la construction suivante: la tubulure est filetée et se termine par une tête de forme ovoïde; sur le filetage est vissé un contre-écrou à deux

ailettes. L'ajutage du réservoir comprend un embouchoir sur lequel se visse le contre-écrou, et son fond se termine par une chambre conique à la demande de la tête de la tubu-


Fig. 42.



Tube monté avec ses accessoires.

lure et dont la pointe, percée d'un trou de petit diamètre, communique avec le réservoir. On s'assure d'abord que la tête ovoïde et la chambre conique sont exactement propres et lisses, on visse le contre-écrou aux trois quarts, puis la tubulure jusqu'à ce qu'elle porte bien sur les parois de la chambre conique, on resserre le contre-écrou et l'on assure

la fermeture par deux ou trois légers coups de marteau sur une de ses ailettes. Nous sommes entré dans le détail de l'opération parce que certains amateurs, constatant des fuites dans l'appareil, cherchent à les aveugler en graissant fortement toutes les pièces ou en employant des mastics; ces procédés sont absolument inefficaces; le gaz a une pression assez forte pour percer tous les joints plus ou moins mous, tandis que, lorsque les deux ajutages sont bien serrés *à bloc,* il est impossible que l'oxygène puisse passer.

Le manomètre et le régulateur sont montés de la même façon sur les deux ouvertures de l'ajutage auxiliaire et le tube de sortie du gaz est réuni par un caoutchouc au robinet fondant ou au chalumeau. Le robinet de l'un ou l'autre étant fermé, on desserre doucement la vis-robinet du réservoir à l'aide de sa clé, et l'on surveille l'aiguille du manomètre; dès que celle-ci se met en marche, on cesse de dévisser; si l'aiguille montait très rapidement, c'est que l'ouverture est trop grande; on resserre un peu la vis. On ouvre ensuite le robinet du chalumeau et l'on vérifie si le gaz est en quantité convenable; on essaye alors de refermer un peu la vis bouchon, surtout si le tube a toute sa pression, et cela dans le but de ménager les divers organes du chalumeau.

Nous reviendrons du reste sur ce point en parlant du réglage de la lumière.

87. Innocuité des réservoirs à haute pression. — Nous avons été surpris de voir des amateurs ne remuer ces tubes chargés qu'avec une prudence exagérée ; il n'y a cependant aucun danger. D'abord, parce que le récipient est capable de supporter de plus fortes pressions, ensuite parce que, y eût-il éclatement, il ne se produirait que par une fis-

sure et non par une projection de débris comme dans l'explosion d'un obus. Le tube ayant subi sans difficulté l'opération du remplissage, s'il devait éclater, ce ne pourrait être que par une augmentation brusque de pression comme on l'observe dans les projectiles. On a beaucoup parlé d'accidents de ce genre en Angleterre et en Amérique, mais il convient de dire qu'ils proviennent surtout de l'emploi de réservoirs chargés avec un mélange d'oxygène et d'hydrogène, mélange des plus explosifs, ou de l'usage des chalumeaux à gaz combinés, *mixed jet*, qui peuvent, comme nous le verrons plus tard, amener des combinaisons ultérieures. Nous avons insisté sur ce point, qui semble empêcher nombre d'amateurs de se servir d'un procédé pourtant si commode et qui supprime toute la petite cuisine chimique, que nous avons indiquée plus haut.

CHAPITRE IX.

LA LUMIÈRE OXYHYDRIQUE.

(*Suite*).

L'HYDROGÈNE.

Généralités. — Propriétés et préparation de l'hydrogène. — Procédés pratiques. — Réaction produite. — Proportion d'hydrogène dégagé. — Sacs à hydrogène. — Leurs inconvénients. — Production industrielle. — Succédanés de l'hydrogène : 1° le gaz d'éclairage ; — 2° l'air carburé ; — 3° l'oxygène carburé ; — 4° la vapeur d'éther ; — 5° l'alcool.

88. Généralités. — Nous avons, dans le Chapitre précédent, étudié l'oxygène, le gaz comburant; nous nous occuperons, dans celui-ci, du gaz combustible.

Il est de toute importance que la réunion des deux gaz donne le plus de chaleur possible afin d'amener le crayon de matière réfractaire au blanc éblouissant. De tous les gaz combustibles, celui qui répond le mieux à ce desideratum est l'hydrogène pur. S'il est mélangé avec l'oxygène dans les proportions exactes de l'eau, H^2O, le résultat de la combinaison est de la vapeur d'eau, et il y a production de température extrêmement élevée. Fabre et Silbermann ont trouvé que, dans ces conditions, il y avait dégagement de 34462 calories, et Becquerel estime que la flamme oxyhy-

drique atteint une température d'environ 1700°; elle est capable de fondre le platine [1].

89. Propriétés et préparation de l'hydrogène. — L'hydrogène, dont le nom signifie littéralement engendreur d'eau, s'appelait autrefois *air inflammable*. C'est un gaz incolore, inodore et sans saveur lorsqu'il est pur. Il est peu soluble dans l'eau et est extrêmement léger : sa densité est de 0,0692. C'est le gaz le plus léger; il est 14 fois $\frac{1}{2}$ moins lourd que l'air : un litre d'hydrogène pèse $0^{gr},089$. Il est extrêmement subtil et traverse toutes les enveloppes avec la plus grande facilité; nous verrons plus tard que cette propriété rend sa conservation très difficile en sacs de caoutchouc.

L'hydrogène forme avec l'oxygène un mélange détonant des plus dangereux, surtout s'il est dans la proportion de 2 d'hydrogène pour 1 d'oxygène. Ce mélange gazeux portait autrefois le nom caractéristique de *gaz tonnant*. Le mélange de l'hydrogène avec l'air n'est pas moins dangereux; dans la proportion de 1^{vol} d'hydrogène et de 5^{vol} d'air, il se forme du gaz tonnant: il y a donc lieu, dans toutes les manipulations de ce gaz, de prendre les plus grandes précautions.

De nombreux procédés de laboratoire permettent d'isoler ce gaz :

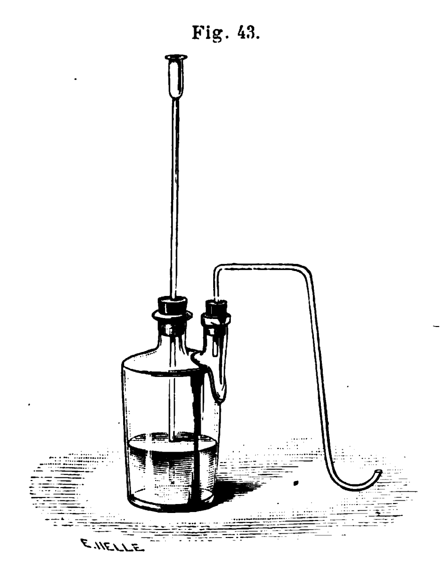
(a) Le procédé le plus habituel consiste à décomposer un acide fort, en présence de l'eau, par un métal de la deuxième section : zinc ou fer. Dans un flacon à deux tubulures, on met

---

(1) C'est le procédé qui a été employé au Conservatoire des Arts et Métiers pour la fusion du platine destiné à la confection des étalons métriques.

de la grenaille de zinc et de l'eau (*fig.* 43). Une des tubulures sert à placer le tube de dégagement, le bouchon de l'autre tubulure est traversé par un tube à entonnoir plongeant dans l'eau. Par l'entonnoir on verse de l'acide chlorhydrique ou sulfurique. Le zinc ne tarde pas à entrer en

Fig. 43.



Préparation de l'hydrogène

combinaison avec l'acide pour former un chlorure ou un sulfate, et l'hydrogène se dégage. On doit laisser s'écouler les premières portions du gaz, qui formeraient, avec l'air du flacon, un mélange détonant.

Au bout de quelques instants, le flacon n'est plus rempli que d'hydrogène, qui peut brûler alors avec une flamme bleuâtre, peu éclairante, mais très chaude.

(*b*) En faisant passer un courant de vapeur d'eau dans un tube de porcelaine contenant des rognures de fer, et chauffé au rouge sombre; le métal s'oxyde aux dépens de l'oxygène de l'eau et il se dégage de l'hydrogène pur.

(*c*) En décomposant l'eau par un courant électrique, l'hydrogène se porte au pôle positif, l'oxygène au pôle négatif. Ce procédé aurait l'avantage de fournir les deux gaz nécessaires pour la production de la lumière oxyhydrique, mais, dans l'état de la science, il est long et coûteux lorsqu'il s'agit de volumes un peu considérables.

Telles sont les principales préparations de l'hydrogène, mais de nombreuses réactions peuvent encore produire ce gaz. Ainsi les métaux de la première section décomposent l'eau à froid; le zinc, en présence d'une lessive concentrée de potasse, donne un sel zinco-potassique et de l'hydrogène; les alcalis décomposent nombre de matières organiques en mettant ce gaz en liberté, etc.

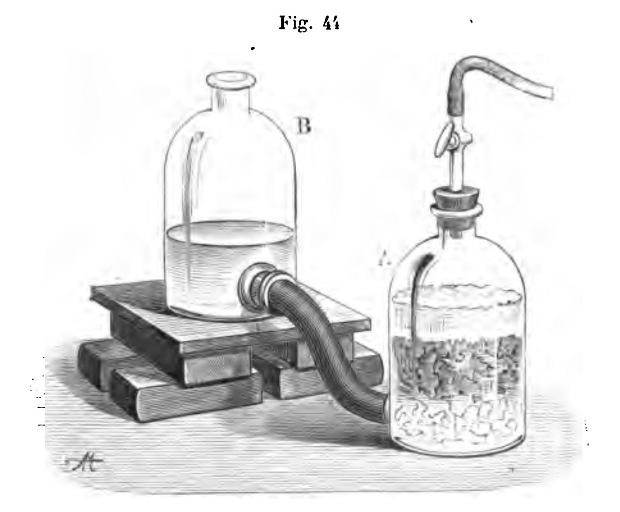
90. Procédés pratiques. — Le premier procédé indiqué plus haut est le plus pratique et a été employé souvent pour produire certaines quantités de gaz. Parmi les divers appareils construits dans ce but, nous citerons d'abord le suivant, très usité dans les laboratoires.

Deux grands flacons (*fig.* 44) à tubulure inférieure sont réunis par un fort tube en caoutchouc : un des flacons A est à demi rempli de rognures de zinc; mais on a dû avoir soin, au préalable, de mettre au fond une couche de fragments de porcelaine ou de brique, dépassant un peu le dessus de la tubulure; ce flacon est fermé par un tube à robinet. L'autre flacon B reste ouvert et contient un mélange d'acide sulfurique et d'eau, dans la proportion d'environ 1 à 2 d'acide pour 10 d'eau. Il ne faut pas que la proportion d'eau soit trop

faible, sinon le sel de zinc formé cristalliserait sur le métal ou engorgerait les conduits, et l'opération serait arrêtée très vite.

Lorsqu'on ouvre le robinet, le liquide se met de niveau dans les deux flacons et, venant au contact du zinc, l'hydrogène se dégage. Si l'on ferme le robinet, l'hydrogène con-

Fig. 44



Appareil de production continue de l'hydrogène.

tinue à se dégager; mais, peu à peu, il se comprime et refoule le liquide dans le second flacon, qui doit rester ouvert pour laisser rentrer facilement les liquides. L'acide ayant été évacué, l'action cesse, pour reprendre dès qu'on ouvrira de nouveau le robinet. C'est donc un appareil de préparation continue.

Nous signalerons que, sur ce principe, M. Molteni a con-

struit un appareil consistant en une cloche de plomb remplie de rognures de zinc et plongeant dans un seau contenant un mélange d'acide sulfurique et d'eau. L'appareil, très bien combiné, est des plus pratiques.

Le fonctionnement de cet appareil est le même que dans le cas précédent : dès qu'on ouvre le robinet qui surmonte la cloche, le liquide se met de niveau dans celle-ci et le zinc est attaqué; dès que le robinet est fermé, l'hydrogène refoule le liquide au dehors.

Il est à noter que le gaz fabriqué par ce procédé a une odeur très désagréable, produite par la décomposition du soufre, du carbone, du phosphore et de l'arsenic qui sont contenus dans le métal et qui forment avec l'hydrogène naissant des composés gazeux. De plus, le gaz emporte avec lui des vapeurs acides et, avant de l'emmagasiner dans le sac, il est bon de le faire barboter dans de l'eau de potasse, contenue dans un flacon laveur, comme ceux qui ont été décrits dans le Chapitre précédent.

91. Réaction produite. — La réaction produite est représentée par l'équation suivante [1] :

$$Zn + H^2SO^4 = H^2 + ZnSO^4.$$

Il se forme donc du sulfate de zinc qui prend 7 molécules d'eau pour cristalliser, ce qui ne tarderait pas à rendre le liquide très dense, si l'on n'avait soin d'étendre beaucoup l'acide. Dans la réaction, une assez forte quantité de chaleur est dégagée, ce qui amène souvent le bris des vases de verre dans l'appareil de laboratoire.

---

[1] Nous donnons là la formule suivant la notation atomique. — L'ancienne formule est : $Zn + SO^3, HO = ZnO, SO^3 + H$.

Mais la formation rapide des cristaux constitue surtout une gêne. Si l'on emploie l'acide chlorhydrique, le chlorure de zinc formé étant plus soluble et ne comprenant pas d'eau de cristallisation, la formation des cristaux est plus longtemps retardée.

92. Proportion d'hydrogène dégagé. — Il est assez utile de se rendre compte des quantités de métal ou d'acide nécessaires pour un volume donné de gaz, soit par exemple 100 litres.

La formule donne :

$$Zn + H^2SO^4 = H^2 + ZnSO^4$$

$$65 + (2 + 32 + 64 = 98) = 2 + (65 + 32 + 64 = 161).$$

Ainsi, pour obtenir 2gr d'hydrogène, il faut 65gr de zinc et 98gr d'acide sulfurique. Or, 2gr d'hydrogène représentent 22lit,346; pour 100 litres, il faudrait environ 4,5 fois plus de chacun de ces corps, soit 5 fois en chiffres ronds, c'est-à-dire 325gr de zinc et 490gr d'acide sulfurique.

Si l'on avait opéré avec de l'acide chlorhydrique, il aurait fallu, pour la même quantité, 650gr de zinc et 365gr d'acide chlorhydrique.

93. Sacs à hydrogène, leurs inconvénients. — L'hydrogène s'emmagasine dans les mêmes sacs que ceux à oxygène, mais ils doivent être de volume double, étant données les proportions nécessaires des deux gaz dans la production de la lumière oxyhydrique.

Le gaz ne doit pas être conservé plus de vingt-quatre heures dans ces sacs, car il ne tarde pas à se faire, par diffusion, un échange entre l'hydrogène et l'air ambiant : c'est-

à-dire que le gaz tend à s'échapper par les pores du tissu, et il est remplacé au fur et à mesure par égale quantité d'air; il en résulte qu'au bout d'un temps relativement court, le sac ne contient plus qu'un mélange devenant très dangereux à manier.

94. Production industrielle. — On a cherché, à plusieurs reprises, à produire l'hydrogène industriellement par la décomposition de la vapeur d'eau par le fer ou le charbon porté au rouge. En Angleterre, on trouve des tubes en acier chargés avec ce gaz, sous pression, comme nous avons vu le faire pour l'oxygène; mais, en France, ce procédé n'a pas été admis à cause du danger qu'il présente.

En tous cas, il est absolument utile, si l'on fait usage des deux gaz comprimés, de faire peindre différemment les deux tubes et d'inscrire en gros caractères, sur chacun d'eux, le nom du gaz qu'il renferme. (Décision du Congrès.)

95. Succédanés de l'hydrogène. — Si l'hydrogène a, sur tout autre gaz combustible, l'avantage de fournir pour un volume donné le maximum de calories, il a de nombreux inconvénients; sa production et sa conservation, en particulier, ne sont pas sans difficulté, ni même sans danger. Aussi l'emploi de l'hydrogène pur a été peu à peu abandonné, et l'on a cherché à le remplacer par d'autres gaz d'un maniement plus commode.

96. Le gaz d'éclairage. — Le gaz d'éclairage, dont les canalisations se trouvent à peu près établies partout maintenant, est d'un emploi très commode; on sait que le gaz d'éclairage est un mélange de gaz divers obtenus par la

distillation de la houille et dont la composition moyenne est la suivante :

	(1)	(2)
Bicarbure d'hydrogène (C^2H^4).......	3,8	6,4
Gaz des marais (CH^4)...............	32,8	34,9
Oxyde de carbone...................	12,9	6,6
Acide carbonique....................	0,3	3,6
Hydrogène..........................	50,2	45,6
Azote..............................	»	2,7
	100,0	100,0

Ces deux analyses faites sur deux gaz de provenances différentes, montrent que l'hydrogène est dans la proportion de 55 à 60 pour 100; le reste est constitué par des produits carbonés, qui absorbent pour leur combustion une certaine partie de l'oxygène et, par suite, la température atteinte est moins élevée. Mais la perte de lumière est amplement compensée par la facilité d'emploi.

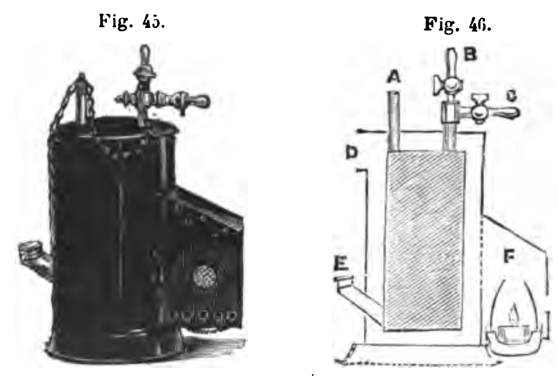
97. L'air carburé. — Certaines essences, telles que la benzine, les diverses huiles légères de pétrole vendues dans le commerce sous le nom de *gazoline, gaz mill, benzoline*, etc., sont volatiles à la température ordinaire; il suffit de les faire traverser par un courant d'air sous pression; celui-ci, en se chargeant de vapeur, devient en quelque sorte combustible.

L'appareil qui sert à charger l'air de ces vapeurs inflammables s'appelle *carburateur*. De nombreux modèles ont été construits; nous signalerons en particulier le modèle suivant (*fig*. 45, 46) dû à W. Scott et appelé le *Warm-air saturator*, le carburateur à air chaud. L'inventeur, remarquant que la production des vapeurs d'essence au passage de l'air se faisait avec abaissement de température, au dé-

pens même de la vaporisation, a eu l'ingénieuse idée d'enfermer le carburateur dans une double enveloppe dont l'air est échauffé par une petite veilleuse F. Il évite ainsi une trop forte élévation de température qui pourrait être dangereuse [1] et régularise la vaporisation.

L'air, avec les vapeurs d'essence, forme un mélange explosif des plus dangereux, s'il n'est pas saturé; d'autre

Fig. 45. Fig. 46.



Carburateur à air chaud.

part, les essences sont très inflammables. Il est donc utile, pour prévenir tout accident, d'interposer entre le carburateur et le chalumeau un appareil de sûreté. En Angleterre, sous le nom de *safety-brass*, on se sert, dans ce but, d'un tube rempli de pierre ponce en petits morceaux de la grosseur d'un pois : dans le cas d'un retour de flamme, celle-ci se refroidit et s'éteint en traversant les interstices de la pierre

---

[1] Si l'on emploie l'oxygène, le tube C se bifurque; une partie du courant passe dans le carburateur, l'autre se rend au chalumeau par le tube B.

ponce. Pour notre compte, nous avons fait établir, par MM. Clément et Gilmer ([1]), un tube d'environ $0^m,04$ de diamètre et de $0^m,15$ de long, dans lequel sont empilées des rondelles de toile métallique fine, espacées de $0^m,008$ par des anneaux de laiton; le milieu du tube est rempli sur une hauteur de $0^m,04$ de coton légèrement tassé. Cet appareil arrête absolument les retours de flamme, ainsi que nous l'avons constaté par diverses expériences; il est du reste basé, comme on peut le voir, sur le principe même de la lampe de Davy.

L'air carburé donne le plus souvent un léger sifflement; ce bruit est dû à l'azote de l'air, qui s'échappe sans produire d'effet utile; il ne faut point oublier, en effet, que l'air contient environ 79 pour 100 d'azote, et cette énorme proportion de gaz inerte a le grave défaut d'absorber beaucoup de chaleur aux dépens de la lumière. D'un autre côté, l'air doit être envoyé au carburateur sous pression. On se sert, dans ce but, soit de sacs de caoutchouc avec compresseurs, soit d'un soufflet relié au carburateur par deux ballons en caoutchouc, avec soupapes de retenue, destinés à convertir le courant d'air intermittent en courant continu (*Voir* **118**).

98. L'oxygène carburé. — On évite tous ces inconvénients et l'on simplifie l'appareillage général en carburant l'oxygène; dans ce but, il vaut mieux se servir d'un tube à oxygène sous haute pression. A la sortie du régulateur, on ajuste un tube de caoutchouc aboutissant à un tube de cuivre en Y; de l'une des branches supérieures, l'oxygène est conduit au robinet du chalumeau par un tube de caoutchouc, la seconde branche est reliée au carburateur et le

([1]) L'appareil a été breveté par les constructeurs.

CHAPITRE X.

LA LUMIÈRE OXYHYDRIQUE.

(*Suite et fin*).

PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

Dispositions générales. — Chalumeaux à gaz séparés. — Chalumeau horizontal. — Chalumeau vertical. — Chalumeau à gaz mélangés. — Bec oxycalcique. — Bâton de chaux. — Support pour la chaux. — Inconvénients de la chaux. — Succédanés de la chaux. — Réglage des chalumeaux.

101. Dispositions générales. — Maintenant que la fabrication et les propriétés des deux gaz dont nous aurons besoin nous sont connues, il s'agit de les mettre en œuvre, à savoir de les lancer sous pression et enflammés sur une matière réfractaire, qui sera rapidement portée au blanc éblouissant. L'appareil employé dans ce but s'appelle *chalumeau*. Les nombreux modèles qui ont été proposés peuvent se réduire à deux types : le chalumeau à gaz séparés, surtout employé en France, et le chalumeau à gaz mélangés, usité de préférence en Amérique.

Nous les étudierons séparément.

102. Chalumeaux à gaz séparés. — Dans les chalumeaux à gaz séparés, le tube amenant l'hydrogène débouche

à la base d'un tube plus large, qui se termine par un bec conique se recourbant à 45° pour projeter le dard enflammé sur la matière réfractaire, placée en arrière. Un second tube, destiné à conduire l'oxygène, pénètre dans le tube élargi, concentriquement à lui, et vient déboucher près de l'ouverture. Il résulte de cette construction que le mélange des gaz ne s'opère qu'au point même où a lieu la combustion, ce qui écarte tout danger d'explosion. Réellement, le mélange des gaz ne s'opère qu'à l'extrémité du dard et il est facile, en examinant un bec oxyhydrique bien réglé, de voir que l'oxygène forme une sorte de canal obscur à la base de la flamme bleuâtre de l'hydrogène.

La perce des deux tubes a une grande importance : si l'on se sert des deux gaz purs, le débit doit être de 1 d'oxygène pour 2 d'hydrogène; si l'on se sert de gaz d'éclairage, la quantité d'oxygène doit être plus considérable.

Il est absolument indispensable que les deux tubes soient exactement centrés et que le bec d'oxygène débouche un peu en arrière de l'ouverture de l'hydrogène [1], de manière que le premier gaz chasse, par sa pression, le second sur la matière à rendre incandescente.

Si le chalumeau est bien construit, lorsque, après avoir allumé l'hydrogène, on ouvre le robinet d'oxygène, il doit se former à l'orifice une sorte de boule bleuâtre se prolongeant en un tube bleu pâle s'effilant en pointe. Nous verrons plus loin comment se règle cette flamme.

Sur cette donnée, les constructeurs ont établi deux modèles de chalumeaux :

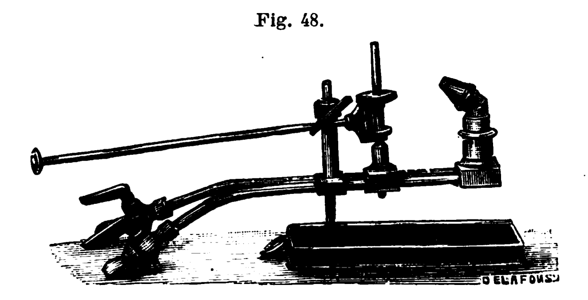
Le modèle horizontal et le modèle vertical.

---

[1] L'oxygène doit déboucher en arrière de l'ouverture de l'hydrogène, à une distance égale au rayon de la grande ouverture.

103. Chalumeau horizontal. — Le chalumeau horizontal, dont la *fig.* 48 nous présente un spécimen, comprend les deux tubes à gaz montés horizontalement sur une colonne,

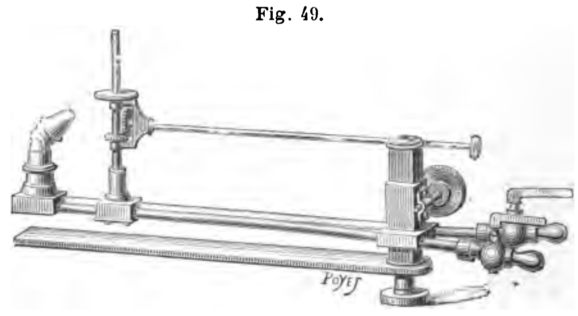
Fig. 48.



Chalumeau horizontal, modèle Laverne.

à vis de pression, coulissant sur une tige fixée à un cendrier qui sert de base à l'appareil. En arrière du bec, glisse sur les deux tubes de gaz le mécanisme destiné à soutenir

Fig. 49.



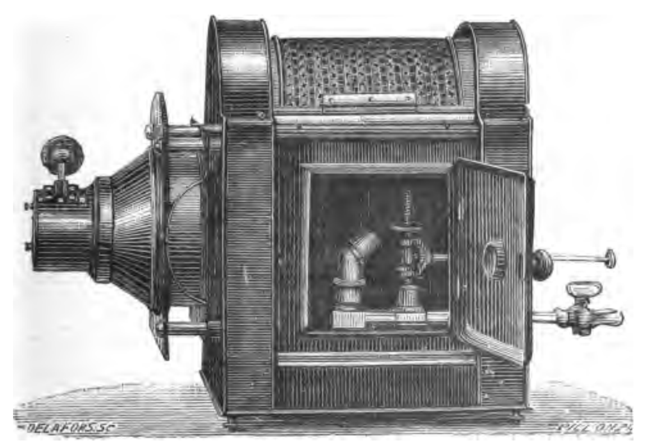
Chalumeau à crémaillère de centrage.

le crayon de matière réfractaire, que nous décrirons plus loin (**113**). Le modèle qui est figuré ci-dessus (*fig.* 48) se centre en hauteur en soulevant simplement le chalumeau et

en serrant la vis de pression quand le centrage est obtenu; dans les lanternes perfectionnées, Clément et Gilmer emploient le modèle suivant (*fig.* 49), dans lequel le mouvement de montée ou de descente est obtenu par une crémaillère munie d'un pignon. Le cendrier est remplacé par une plaquette de métal, coulissant dans le fond de la lanterne et dont le réglage a été soigneusement fait dans la construction; une vis de serrage maintient le chalumeau en place, lorsque le centrage a été obtenu.

La *fig.* 50 indique comment se placent les chalumeaux

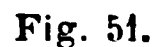
Fig. 50.



Placement du chalumeau.

horizontaux; on remarquera que, dans le milieu de la porte, est pratiquée une petite ouverture ronde, garnie d'un verre bleu foncé, qui permet de surveiller la marche de la flamme sans fatigue pour les yeux. Un petit volet métallique sert à obturer au besoin cette ouverture.

104. Chalumeau vertical. — Certains constructeurs, tels que MM. Molteni et Duboscq, emploient de préférence


Fig. 51.



Chalumeau vertical.

le chalumeau vertical, qui ne diffère du précédent que par ses dispositions générales.

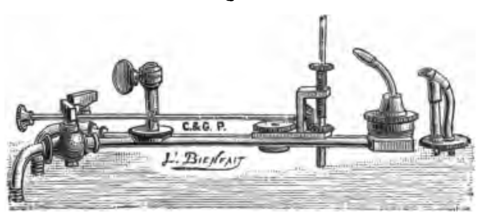
Les deux tubes à gaz A et B communiquent à un tube droit, terminé par un ajutage conique, incliné. L'oxygène est conduit jusqu'à la buse (C) par un petit tube concentrique, disposé comme nous l'avons dit plus haut. Le bâton de matière réfractaire est élevé ou abaissé à l'aide d'une

crémaillère, et une coulisse à vis de pression sert à régler l'écartement du bec du chalumeau.

105. Chalumeau à gaz mélangés. — Nous avons dit qu'à l'étranger on employait de préférence les chalumeaux à gaz mélangés (*mixed jets*); ils comprennent (*fig.* 52) deux tubes, amenant les gaz et débouchant dans une petite



Fig. 52.



Chalumeau à gaz mélangés.

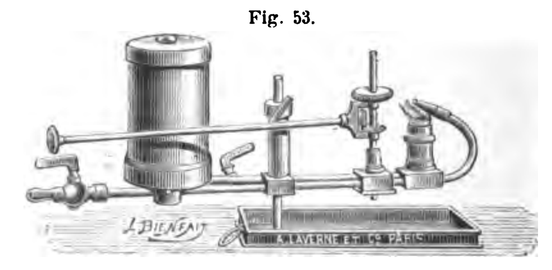
chambre cylindrique surmontée d'un couvercle conique et d'un ajutage incliné. Les deux gaz se mélangent dans la chambre et sont enflammés à la sortie, qui présente une ouverture très petite. Ce mode de construction est assez dangereux, en ce sens que, si la pression diminue du côté de l'hydrogène, l'oxygène peut être injecté dans celui-ci et former un mélange détonant; on peut diminuer les chances d'accident en mettant dans la chambre de mélange deux ou trois rondelles de toile métallique, ou en interposant sur le trajet des gaz des tubes de sûreté.

Quelques chalumeaux de ce genre peuvent recevoir à volonté soit la tubulure simple, soit une double tubulure (*fig.* 52); grâce à une bague de serrage, l'une des montures est rapidement substituée à l'autre.

106. Bec oxycalcique. — Nous avons indiqué, dans le Chapitre précédent, que l'hydrogène pouvait être remplacé par l'alcool enflammé; l'appareil qui sert dans ce but (*fig.* 53) porte le nom de *bec oxycalcique* ou *chalumeau à alcool.*

Il se compose essentiellement d'un tube amenant l'oxygène et se recourbant à son extrémité au-dessus de la mèche d'une lampe à alcool. Celle-ci, de petite dimension,

Fig. 53.



Chalumeau à alcool.

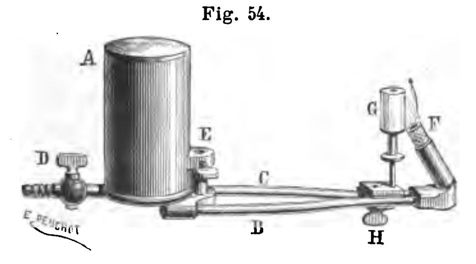
est alimentée par un réservoir cylindrique placé plus en arrière, pour éviter l'échauffement de l'alcool. Contre la lampe est disposé le support pour le bâton réfractaire. Le réservoir est constitué d'après le principe du vase de Mariotte; il consiste en un cylindre ouvert à sa partie supérieure et mis en relation vers le fond, par un tube de cuivre, avec la lampe à alcool. Dans ce cylindre s'introduit à frottement un vase étanche, portant sur la base inférieure une ouverture fermée par une soupape munie d'une tige d'une certaine longueur. Ce vase ayant été rempli d'alcool, est renversé, puis introduit dans le cylindre; lorsqu'il est à fond, la tige est repoussée et ouvre la soupape qui laisse écouler l'alcool. En arrivant au niveau supérieur de la lampe, l'alcool baigne, dans le réservoir, l'entrée de la soupape,

empêche par suite toute rentrée d'air dans le réservoir, qui ne peut dès lors se vider. Aussitôt que le liquide baisse dans la lampe, la soupape est dégagée, l'air rentre dans le réservoir et un peu d'alcool s'écoule ; par une suite de manœuvres de ce genre, l'alcool est maintenu toujours au même niveau dans la lampe.

Le réglage de cet appareil est assez délicat ; la mèche doit être très propre, écartée avec soin de chaque côté du jet d'oxygène pour livrer facilement passage à ce gaz ; le moindre brin de coton suffit pour faire dévier le jet et, par suite, diminuer le pouvoir éclairant.

Pour éviter cet inconvénient, M. Molteni emploie une

Fig. 54.



Bec oxycalcique Molteni.

lampe à alcool à mèche ronde, au centre de laquelle est projeté le jet d'oxygène. A est le réservoir d'alcool (*fig.* 54) qui communique par un tube B avec le brûleur F ; D est le robinet de l'oxygène conduit par le tube C. En G se voit le bâton de chaux soutenu par un support à vis de pression H.

Le bec oxycalcique donne une très belle lumière, variant de 100 à 200 bougies, et ne demande aucune surveillance ; il nécessite toutefois une parfaite horizontalité dans la lanterne, sinon l'alcool n'arrive pas bien à la mèche.

107. Bâton de chaux. — Nous avons dit jusqu'ici que la flamme oxyhydrique était projetée sur un bâton de matière réfractaire ; la matière la plus employée est la chaux vive, qui donne une très belle lumière blanche. Les bâtons ont généralement une forme cylindrique de $0^m,03$ de haut sur $0^m,02$ de diamètre; ils sont percés d'un trou central, de manière à être enfilés sur la broche qu'on a pu voir figurée dans les précédents chalumeaux.

Le commerce fournit ces bâtons tout préparés, mais il n'est pas difficile de les faire soi-même. On taille dans un morceau de chaux vive des prismes de dimensions voulues à l'aide d'une scie à forte denture [1]; on perce le trou à l'aide d'un vilebrequin, mais en ayant soin de dégager souvent l'outil, sinon on s'exposerait à faire éclater la chaux. Une fois le trou percé, on abat les angles à l'aide d'une râpe. Toutes ces préparations doivent être faites avec les mains fortement enduites de vaseline ou recouvertes de gants vaselinés, sinon la peau serait attaquée, et l'on éprouverait des démangeaisons douloureuses.

Pour les chalumeaux oxyhydriques, la chaux dure convient le mieux; pour les becs oxycalciques, la chaux tendre est préférable.

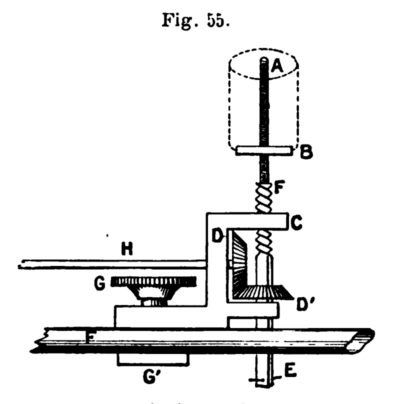
108. Support pour la chaux. — Sous le choc des gaz, le bâton de chaux ne tarde pas à se creuser; non seulement il y a par ce fait perte de lumière, mais encore le jet enflammé peut être réfléchi sur le condensateur et en amener la rupture. Il y a donc lieu, pour ces diverses raisons, de placer le bâton de chaux sur un mécanisme qui permette

---

(1) La scie doit être légèrement graissée, et, après usage, soigneusement essuyée, sinon elle rouillerait très vite.

de le tourner facilement. Le montage le plus habituel est figuré ci-contre (*fig.* 55). Il se compose d'un support pouvant glisser sur les tubes d'arrivée des gaz et arrêté par une vis G agissant sur un écrou G′ placé sous les tubes. La broche (A) sur laquelle s'enfile le bâton de chaux (figuré en pointillé) est filetée et porte un écrou (B) en forme de

Fig. 55.



Support du bâton de chaux.

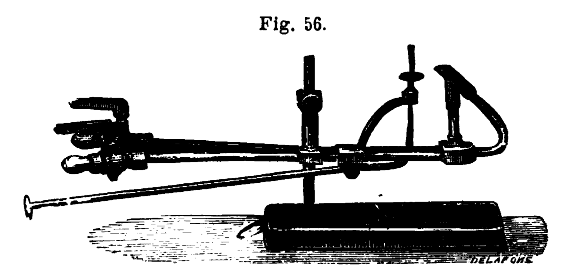
disque, sur lequel repose le bâton; par cette disposition il est facile, en vissant ou dévissant l'écrou B, de mettre le bâton à la hauteur voulue. La broche se continue par une vis de plus forte section et à pas allongé se mouvant dans un filetage en C; en dessous de cette vis, la broche se termine par une partie de section carrée sur laquelle est enfilée une roue d'angle D′, mise en mouvement par une seconde roue D manœuvrée de loin par l'axe H. Il résulte de cette construction qu'en agissant sur l'axe on fait tourner la roue d'angle D′, la broche se visse dans son écrou C, tandis qu'elle glisse dans le trou de la roue d'angle D′ qui reste

en place. Le bâton de chaux tourne ainsi sur son axe en s'élevant ; il est par suite très facile de changer le point frappé par le jet et d'éviter la production du cratère.

En Angleterre, afin de prévenir ces projections enflammées sur le condensateur, on entoure le bâton de chaux d'une sorte d'enveloppe cylindrique en métal, percée en face du jet d'une ouverture ovale [1]. Nous n'avons pas essayé ce dispositif, mais nous croyons peu à son efficacité.

Le mécanisme assez compliqué que nous venons de dé-

Fig. 56.



Petit chalumeau anglais.

crire, et qui est employé pour les appareils de prix, a été très ingénieusement simplifié en Angleterre pour les petits appareils. La broche qui porte le bâton de chaux se visse sur un écrou fixe porté par une branche recourbée (*fig.* 56) ; d'autre part, cette broche est reliée à la tige de manœuvre par un ressort à boudin qui forme joint souple et transforme le mouvement de rotation horizontal de la tige en mouvement vertical et fait visser ou dévisser la broche dans son écrou.

109. Inconvénients de la chaux. — La chaux présente quelques inconvénients qu'il est utile de signaler.

---

(1) Ce dispositif est construit par G. Wood.

Nous venons de voir qu'elle peut se creuser facilement sous l'influence du dard de flamme; mais, d'autre part, comme elle conduit très mal la chaleur, elle peut se fendre brusquement au cours de la soirée si l'on n'a pas eu soin, au début, de l'échauffer régulièrement, ou si un courant d'air froid vient à la frapper. En outre, un bâton qui a été chauffé est presque toujours perdu; car il ne tarde pas, en se refroidissant, à absorber l'humidité de l'air et tombe en poussière.

Il convient du reste de rappeler à ce sujet que les bâtons de chaux doivent être toujours conservés dans des boîtes étanches de fer-blanc, en ayant soin de remplir les interstices de chaux délitée, en poudre. Ces bâtons de chaux vive, en absorbant l'humidité de l'air, gonflent beaucoup en déployant une force considérable; nous avons vu des flacons de verre imparfaitement bouchés brisés par l'expansion de la chaux hydratée.

110. Succédanés de la chaux. — On a cherché à plusieurs reprises à remplacer la chaux par une matière capable de résister plus longtemps et sur laquelle l'humidité de l'air n'eût aucune action. Hepworth a essayé de rendre les bâtons de chaux insensibles à l'action de l'humidité en les vernissant extérieurement avec un vernis de caoutchouc dissous dans de la benzine ou du chloroforme; en Amérique, paraît-il, on a essayé de paraffiner ces bâtons en les trempant dans un bain de paraffine ou de cire blanche fondue; nous ne pensons pas que ces procédés soient très efficaces et, lorsque la chaux est portée au blanc par le chalumeau, il doit y avoir production de vapeurs hydrocarburées de désagréable odeur.

On a préconisé l'emploi de la magnésie, qui donne une

lumière d'un blanc violacé très agréable, mais il est bien difficile d'obtenir des bâtons compacts; la magnésie est une poudre sèche qui s'agglomère très mal, même sous de fortes pressions. Dès qu'elle est chauffée par le chalumeau, elle tend à s'exfolier, il se produit des fissures qui diminuent la lumière. On rend la magnésie plus plastique en la mélangeant avec de la chaux en poudre (4 parties de chaux et 1 partie de carbonate de magnésie hydraté); on comprime ce mélange dans un moule convenable. Il ne faut pas chercher à obtenir des bâtons isolés, qui se briseraient facilement, mais il vaut mieux comprimer les deux oxydes dans une coupelle de métal qui se place sur le chalumeau à l'aide d'une pince spéciale. Pumphrey et divers autres constructeurs ont combiné des appareils dans ce genre.

On a recommandé d'agglutiner les poudres avec un mucilage de gomme arabique; nous avons essayé ce procédé, qui nous a donné des bâtons s'exfoliant très rapidement dans le jet enflammé.

Nous signalerons que Tessié du Motay employait, dans son éclairage oxyhydrique, des crayons de magnésie comprimée, préparés par une méthode due à M. Caron. Mais ces crayons ne tardaient pas à se creuser comme la chaux et, après de nombreuses recherches, M. Caron a trouvé que le zircone (oxyde de zirconium), tout en fournissant une lumière plus blanche et plus intense que la magnésie, était capable d'une plus longue durée et était inaltérable par l'air humide.

Malgré ses défauts, le bâton de chaux vive, à cause de la modicité de son prix, reste jusqu'à présent le moyen le plus pratique pour obtenir la lumière oxyhydrique.

Cependant il convient de mentionner qu'on vient de

mettre dans le commerce une préparation à base de zircone qui donne de fort bons résultats. L'oxyde de zircone, mélangé de magnésie et d'autres oxydes de la même classe, est moulé par compression énergique en une pastille lenticulaire de 0m,012 à 0m,015 de diamètre et 0m,004 à 0m,005 d'épaisseur. Cette pastille est comprimée sur une armature de métal, qu'on nous a dit être du zirconium (?), dont une petite pointe d'environ 0m,005 ressort sur une des tranches de la pastille. Cette pointe sert au fixage de la pastille dans une monture particulière. Nous avons essayé ce procédé en nous contentant de percer un petit trou sur le bord de l'écrou du chalumeau (*Voir* B, *fig.* 55). On a ainsi une très belle lumière; on réussit surtout très bien avec les chalumeaux à gaz mélangés; la pastille résiste parfaitement aux changements de température, n'est pas hygrométrique, et peut servir un grand nombre de fois; il y a là un réel progrès et le bâton de chaux nous semble appelé à disparaître en présence de ce nouveau produit.

111. Réglage des chalumeaux. — Nous indiquerons très rapidement ici les points sur lesquels doit porter l'attention de l'opérateur dans le réglage des chalumeaux; c'est là une question importante sur laquelle nous reviendrons en détail dans le tome II, en traitant de l'organisation des séances.

1° La pression doit être plus forte sur le sac à oxygène que sur celui d'hydrogène; si l'oxygène siffle, c'est que la pression est trop forte [1]; le meilleur moyen est de *couper* la pression en agissant sur les divers robinets.

---

[1] Le sifflement peut être aussi produit par une certaine proportion d'air dans l'oxygène.

2° Le bâton de chaux doit être placé à une certaine distance de la buse, de manière à ce que le point lumineux soit bien au-dessus de celle-ci, sinon il y aurait une ombre portée sur le haut du tableau. La distance varie avec la pression, elle est en moyenne de $0^m,005$ à $0^m,010$.

3° Si l'oxygène est en excès, il y a formation d'une tache noire au centre du disque incandescent sur le crayon de chaux.

4° Si l'hydrogène est en excès, la flamme se frange d'une crête rougeâtre.

5° On doit *toujours* ouvrir *d'abord* le robinet d'hydrogène et allumer le gaz. On ouvre ensuite le robinet d'oxygène. Le sifflement qu'on entend au début vient de l'air des tuyaux.

6° Inversement, quand on éteint, il faut *toujours fermer en premier* le robinet d'oxygène.

7° Plus la pression des gaz est forte, plus la lumière est belle; un manque de pression fait rougir la flamme.

8° On ne doit jamais, au cours de la séance, modifier les pressions relatives des deux sacs; il vaut mieux, au début, peu ouvrir les robinets et, quand la pression semble diminuer, agir sur les robinets plutôt que de surcharger les sacs.

Telles sont, à grands traits, les principales indications sur la conduite du chalumeau. Nous examinerons dans le tome II, comme nous l'avons dit, les diverses méthodes pour faire donner à l'appareil son maximum de puissance.

CHAPITRE XI.

LUMIÈRE AÉRHYDRIQUE (BEC BUNSEN).

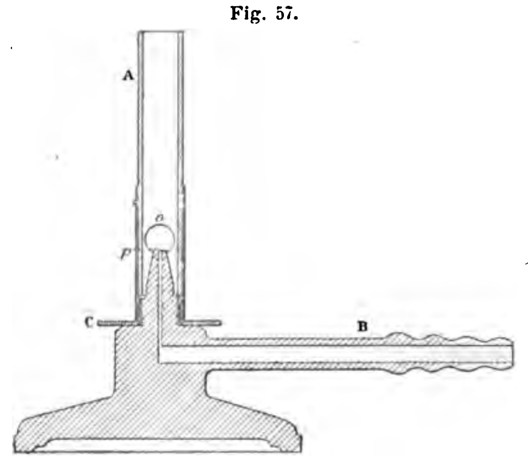
Généralités. — Le bec Bunsen. — Essais de MM. Bourbouze et Wiesnegg. — Bec Clamond. — Lampe Renard. — Bec Auer. — L'aéro-carbone anglais.

112. Généralités. — Nous étudierons dans ce Chapitre un mode particulier de production de la lumière, obtenue en portant à l'incandescence du platine ou des oxydes métalliques à l'aide d'un appareil spécial appelé le *bec Bunsen*. Ce n'est, comme on le verra par la description des procédés, qu'une variété de la lumière oxyhydrique, dans laquelle l'oxygène est remplacé par l'air, et l'hydrogène par du gaz d'éclairage ou de l'air carburé. Le pouvoir éclairant est évidemment beaucoup moindre, mais l'énorme quantité de chaleur rayonnante constitue le principal défaut de ce procédé. Toutefois, comme il peut rendre de réels services en beaucoup de cas, qu'il ne nécessite qu'un matériel relativement simple, il est utile de le décrire d'une façon complète.

113. Le bec Bunsen. — Le bec Bunsen (*fig.* 57) se compose essentiellement d'un tube B amenant le gaz d'éclairage et terminé par un ajutage à fine perce *p*, pénétrant à la partie inférieure et dans l'axe d'un tube de plus gros diamètre A; celui-ci est percé à la hauteur de la pointe du tube à gaz de deux ou plusieurs trous *o* qui peuvent être obturés plus

ou moins à l'aide d'un anneau tournant percé de la même manière C. Le jet de gaz, en arrivant sous pression, provoque une aspiration d'air avec lequel il se mélange intimement [1] et vient brûler à la partie supérieure du gros

Fig. 57.



Le bec Bunsen.

tube avec une flamme bleu pâle, à peine éclairante, mais d'une température élevée. En agissant sur l'anneau, on règle l'arrivée de l'air : plus les trous sont bouchés, plus la flamme est brillante, mais en même temps moins chaude.

On conçoit qu'en plaçant dans une telle flamme des corps faciles à porter à l'incandescence et non volatilisables, on peut produire une très belle lumière; de nombreux inventeurs ont basé des systèmes d'éclairage sur ce principe.

---

[1] Nous signalerons que Bunsen recommandait de former le trou d'éjection du gaz par deux traits de scie en croix, de façon à amener le gaz sous forme de lames, et, par suite, en mieux assurer le mélange avec l'air

114. Essais de Bourbouze et Wiesnegg. — M. Bourbouze a cherché à alimenter une sorte de bec Bunsen par de l'air comprimé à une demi-atmosphère en sus de la pression atmosphérique : le jet enflammé portait à l'incandescence une sorte de capuchon en toile de platine, qui coiffait l'extrémité du brûleur.

L'inconvénient de ce dispositif était un bruissement assez fort dû à la pression et à la présence de l'azote non brûlé.

Avec l'aide de M. Wiesnegg, Bourbouze a modifié cet appareil pour éviter le bruit; dans ce nouveau modèle, le gaz d'éclairage seul était sous pression et, dans la calotte de platine, ils interposaient un cône de magnésie.

M. d'Harcourt a employé un mélange de gaz et d'air dans des proportions insuffisantes pour détoner (1^{vol} de gaz et 2^{vol} d'air); il projetait ce mélange sous pression dans un bec percé circulairement de petits trous et surmonté d'un cône de fils de platine.

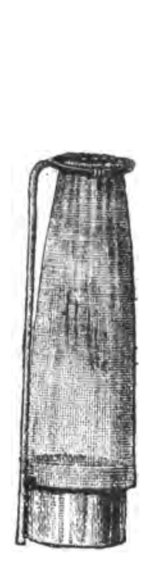
115. Bec Clamond. — M. Clamond, plus tard, a fait breveter un bec qui n'est qu'une application perfectionnée du principe de Bunsen, et la flamme, alimentée par de l'air chaud, est projetée sur une corbeille formée de filaments de magnésie. Ceux-ci sont constitués par une pâte de magnésie, d'eau et de substances diverses pour agglutiner la magnésie; cette pâte sort d'une filière en minces vermicelles qui sont déposés, en s'entre-croisant, sur un moule spécial, puis desséchés.

116. Lampe Renard. — Le Dr Renard a employé un dispositif très ingénieux; il consiste essentiellement à se servir d'un bec Bunsen alimenté par un courant d'air qui se charge de vapeur de gazoline : le courant d'air est simple-

ment produit par un soufflet à soupape pour éviter l'aspiration du côté du carburateur, et ce dernier est constitué par un flacon laveur de Wolf à demi plein d'essence de pétrole. Le jet enflammé porte au rouge blanc un treillis de platine.

117. Bec Auer. — Le Dr Auer a eu l'idée de remplacer le treillis de fils de magnésie ou de platine par un réseau

Fig. 58.



Manchon du bec Auer.

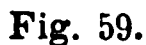
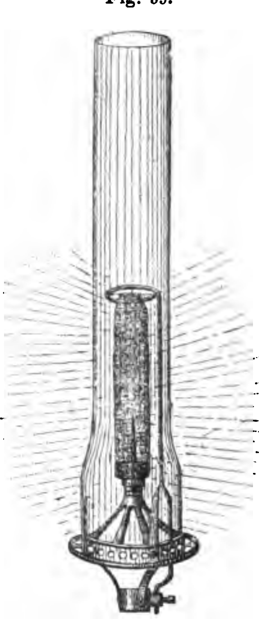


Fig. 59.



Ensemble du bec Auer.

d'oxydes irréductibles par la chaleur, tels que le zircone, le lantane, l'yttria. Il emploie un très élégant procédé pour

produire ce treillis qui, en somme, n'est composé que de fines poussières. Il constitue une sorte de manchon conique en tulle de coton très pur qu'il monte sur un fil de fer à la partie supérieure et qu'il maintient ouvert à la base par un anneau métallique. Le manchon (*fig.* 58) est trempé dans un liquide, dont la composition est tenue secrète, mais qui comprend essentiellement des nitrates ou des acétates des divers métaux dont nous venons de parler. Ces manchons, bien imprégnés de ces sels, sont placés dans la flamme d'un bec Bunsen (*fig.* 59), le coton est brûlé, les sels réduits et, l'opération terminée, il ne reste plus qu'une sorte de cône composé de cendres qui sont rapidement portées au blanc par un bec Bunsen. La lumière est blanche et fixe; elle a cependant l'inconvénient de présenter une surface un peu large; le Dr Auer affirme que ses manchons peuvent fournir jusqu'à 1000 heures d'éclairage.

118. L'aero-carbon incandescent Lamp. — Une compagnie anglaise s'est formée pour l'exploitation de cette lampe et emploie plus particulièrement pour l'alimenter de l'air carburé. Il a été imaginé, dans ce but, un appareil qui comprend un carburateur qu'on remplit à demi de benzoline et dans lequel l'air envoyé par une poire en caoutchouc vient barboter. Cette poire a une forme ovoïde et est en caoutchouc épais. A ses deux extrémités sont placées des soupapes pour régulariser le sens du courant d'air; il suffit de presser cette poire à l'aide du pied, par petits coups répétés, pour faire gonfler un ballon de caoutchouc. Un double système de valves empêche les retours d'air. L'air saturé de benzoline est conduit par un tube de caoutchouc à une lampe Auer spécialement aménagée dans ce but. Le prospectus anglais garantit un pouvoir éclairant

de 150 bougies [1] avec une dépense de 10 centimes par heure. Ces chiffres demanderaient à être contrôlés; mais il résulte d'expériences que nous avons faites avec cet appareil, qu'on obtient une belle lumière, que nous pouvons comparer à celle d'une bonne lampe à pétrole à cinq mèches; en revanche, il convient de signaler que la lampe donne lieu, comme ses congénères, à un dégagement de chaleur considérable.

---

(1) Il y a lieu de noter que la bougie anglaise est une unité plus faible que notre bougie décimale.

CHAPITRE XII.

LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE.

Généralités. — Sources d'électricité. — Lampes électriques : lampes à arc ; — incandescence. — L'Auxanoscope G. Trouvé. — Observations sur les lampes à incandescence.

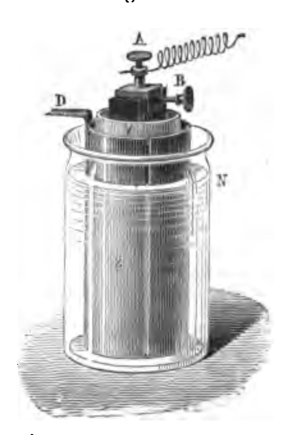
119. Généralités. — La lumière électrique constitue à la fois la source la plus brillante et la plus propre aux projections, puisqu'elle peut être réduite au minimum de volume en présentant le maximum d'éclat. Avec la diffusion croissante des canalisations électriques pour l'éclairage des villes et même des habitations privées, elle est appelée à remplacer certainement tous les procédés anciens. Elle ne donne lieu à la production d'aucune odeur, a un pouvoir calorifique relativement faible, et la manipulation des lampes présente peu de difficultés.

120. Sources d'électricité. — Les sources d'électricité sont de deux sortes : la pile et les machines dynamo-électriques. La pile est d'un maniement assez incommode; elle nécessite la manipulation d'acides corrosifs; d'autre part, la bougie-heure est d'un prix assez élevé, puisqu'elle est le résultat de la *combustion* d'une certaine quantité de zinc par des acides, produits d'un prix assez élevé.

La pile la plus communément employée est la pile Bunsen,

se composant essentiellement d'un vase de grès ou de verre N, dans lequel est placé un cylindre de zinc Z, et de l'acide sulfurique étendu d'eau. A l'intérieur du zinc est disposé un vase poreux V rempli d'acide azotique dans lequel plonge un prisme de charbon de cornue B. Un cer-


Fig. 60.



Élément de pile Bunsen.

tain nombre de ces éléments accouplés en tension, c'est-à-dire formant une chaîne dans laquelle les zincs sont alternativement réunis aux charbons, constitue la pile; il ne faut pas moins de 40 à 50 couples de ce genre pour produire un foyer électrique d'éclat suffisant. Nous n'insisterons pas sur les désagréments qu'offre le maniement d'un tel appareil, dont le moindre défaut est de fournir pendant sa mise en service d'abondantes fumées d'acide hypoazotique.

La pile au bichromate, dans laquelle le couple zinc-charbon plonge dans un vase unique rempli d'une solution acide de

bichromate de potasse, évite une partie de ces inconvénients. La manipulation est plus simple, elle ne répand aucune odeur, mais il y a toujours à manier des liquides corrosifs. Parmi les divers modèles proposés, nous citerons, pour sa commodité, la pile-treuil de G. Trouvé. Les modèles de pile sont très nombreux, mais ceux que nous venons de citer sont les plus communément employés.

La production de l'électricité par machine exige l'emploi d'une force motrice et de transformateurs de l'énergie produite par des appareils que l'on désigne sous le nom caractéristique de dynamo (du grec δύναμις, force). Il ne nous est pas possible, dans un tel travail, d'étudier les machines électriques, dont les types sont très nombreux. Elles donnent lieu soit à des courants continus, soit à des courants alternatifs, c'est-à-dire dans lesquels le sens du courant s'inverse continuellement avec une grande rapidité. Nous renvoyons, pour leur étude, aux traités spéciaux.

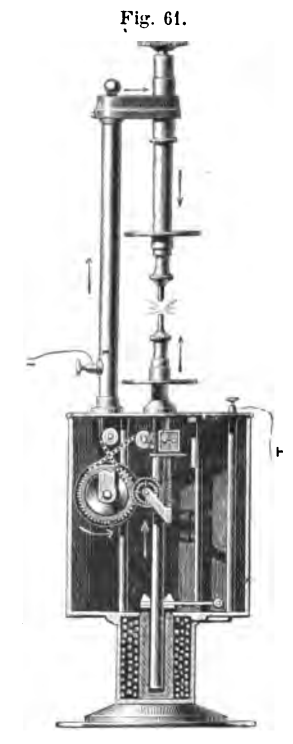
121. Lampes électriques. — L'électricité produite est transformée en lumière par des appareils spéciaux appelés *lampes*, dont le rôle se réduit à opposer au courant une résistance telle que la vibration électrique se transforme en vibration calorifique, portant à la chaleur blanche le point où cette résistance se produit.

Deux types principaux de lampes sont fournis par l'industrie : les *lampes à arc*, les *lampes à incandescence*.

122. Lampes à arc. — Dans les lampes à arc, les deux pôles du courant sont constitués par des baguettes de charbon de cornue, maintenues à une petite distance l'une de l'autre ; elles sont d'abord en contact, le courant passe, la grande résistance offerte par les charbons de cornue et

surtout par leur contact imparfait amène ceux-ci au rouge; on les écarte alors d'une petite quantité, augmentant ainsi

Fig. 61.



Régulateur électrique Serrin.

la résistance, et une lumière d'un blanc éblouissant jaillit aussitôt entre les deux pointes de charbon. Depuis les premières expériences de Foucault, de nombreux modèles de lampes ont été inventés. Les conditions que doivent remplir ces appareils, dans l'application qui nous occupe, sont

les suivantes : le point lumineux doit être fixe dans l'espace ; la lumière doit émerger sur un seul côté. La première condition est remplie particulièrement par les régulateurs Serrin et Foucault ; le nom indique suffisamment que le but de ces appareils est de régler l'avancement des charbons au fur et à mesure de leur usure ; on sait que le charbon positif s'use plus rapidement que le charbon négatif. L'avancement des deux charbons est donc réglé automatiquement par un mouvement d'horlogerie, commandé par les variations mêmes du courant (*fig.* 61). Parmi les diverses lampes utilisables dans la lanterne, nous citerons le régulateur Cance, dans lequel la descente d'un des charbons, sous l'action de la pesanteur, détermine l'ascension de l'autre, un embrayage commandé par le courant lui-même régularisant ces actions inverses.

La seconde condition, production de la lumière sur un seul côté, s'obtient facilement, étant donné que le charbon négatif tend à se creuser en forme de coupe, tandis que le positif s'effile en pointe. Il suffit d'excentrer légèrement les charbons, le négatif s'évase sur un de ses bords et fait l'office de réflecteur, renvoyant toute la lumière sur le condensateur.

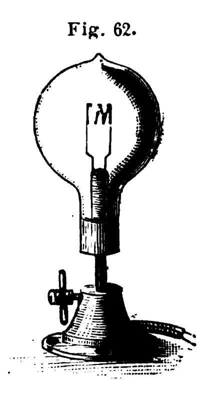
On a reproché autrefois à l'arc voltaïque de donner une lumière à éclats variables ; les progrès accomplis permettent maintenant de lui donner une fixité absolue ; ce qu'on pourrait lui reprocher, c'est d'avoir une teinte blanc violet moins chaude que les autres lumières artificielles.

Nous ne pouvons entrer dans le détail des manipulations de ces lampes ; il dépend du modèle employé et ne présente, en général, aucune difficulté.

123. Lampes à incandescence. — Les lampes à incan-

descence consistent essentiellement en un filament de charbon particulier, enfermé dans une ampoule de verre, dans laquelle le vide a été fait. La résistance offerte par le filament au passage du courant amène promptement celui-ci à l'incandescence. M. Molteni a présenté un modèle spécial, construit par Edison, pour les appareils de projection (*fig*. 62).

Fig. 62.



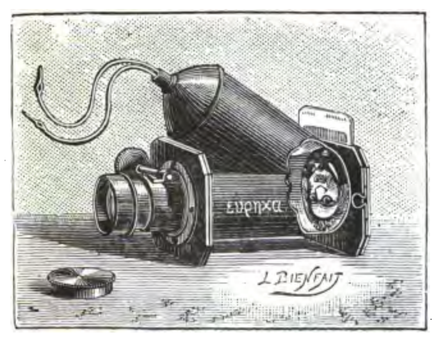
Lampe à incandescence pour projection.

Le reproche fait aux lampes à incandescence ordinaires était que le filament occupait un grand espace, étalant par suite la lumière sur une large surface. Edison a contourné le filament, de manière à lui donner la forme d'une hélice légèrement aplatie, faisant environ huit tours sur elle-même; la lumière est donc concentrée en une surface réduite. Il suffit d'orienter convenablement la lampe pour éviter les pénombres et lui faire donner son maximum de pouvoir éclairant, qui peut atteindre 100 bougies.

124. L'Auxanoscope. — M. Trouvé a employé les lampes à incandescence pour l'éclairage d'un appareil de projection

très réduit, qu'il nomme l'*Auxànoscope* (du grec αὔζανω,

Fig. 63.



Auxanoscope G. Trouvé, corps opaques.

agrandir). Il a construit trois modèles ; le premier (*fig.* 63) est destiné à la projection des corps opaques ; l'inspection seule

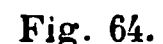
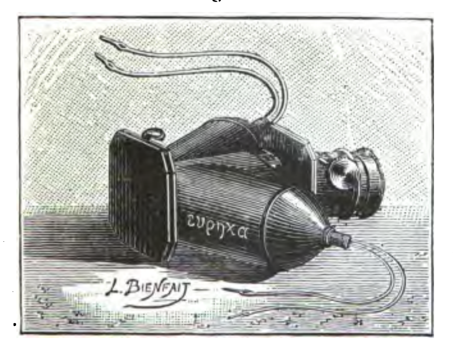


Fig. 64.

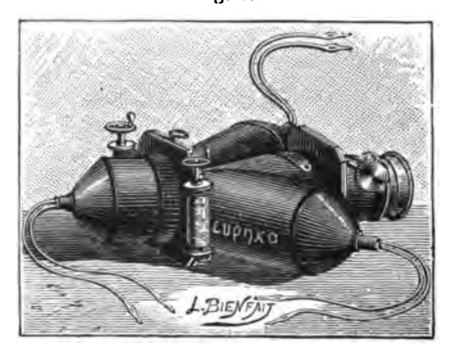


Auxanoscope G. Trouvé, à double foyer.

de la figure permet de voir que c'est un mégascope muni d'une lampe à incandescence renfermée dans un tube réflecteur.

Le second modèle (*fig.* 64) emploie deux lampes placées symétriquement par rapport au tableau et permet, par suite,

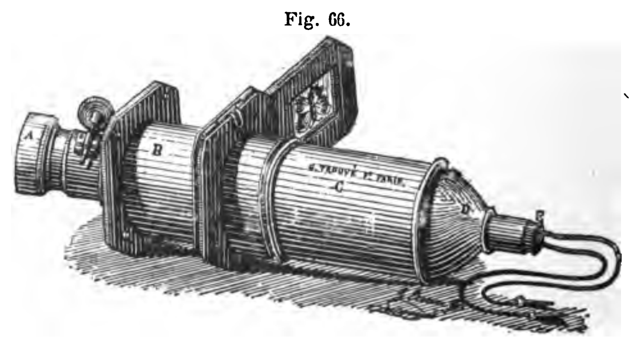
Fig. 65.



Auxanoscope G. Trouvé, à deux usages.

des agrandissements plus considérables. Le troisième modèle (*fig.* 65) sert pour la projection des corps opaques ou

Fig. 66.



Auxanoscope Trouvé pour vues transparentes.

transparents. Dans le premier cas, les lampes latérales éclairent le sujet placé à l'arrière; dans le deuxième cas, la

lampe du fond seule est allumée et les tableaux sont placés sur la platine d'avant. Un système de rouleaux qu'on remarque à l'arrière sert à faire passer des bandes de sujets dessinés sur papier ordinaire ou photographiés sur une bande de gélatine transparente. Nous signalerons enfin le modèle créé pour la Ligue de l'enseignement, représenté par la *fig.* 66.

Ces différents modèles se présentent, comme on le voit, sous un volume très réduit. Nous n'avons pas de données sur leur pouvoir éclairant, qui peut varier, du reste, avec la force de la lampe employée, et duquel dépend, comme nous l'avons dit, la grandeur des images.

125. Observations sur les lampes à incandescence. — En l'état actuel de la question, les lampes à incandescence ont un rendement bien inférieur à la lampe à arc; elles consomment relativement, pour l'unité de lumière, beaucoup plus d'électricité; les perfectionnements se produisent chaque jour et l'on ne peut rien présumer de leur avenir. En tous cas elles donnent une lumière plus chaude, plus riche en rayons jaunes et rouges et, par suite, moins fatigante pour les yeux que la lumière à arc; mais, en revanche, elles ne se prêtent pas à des agrandissements aussi considérables.

Pour être complets, nous aurions dû signaler les lampes dans lesquelles un fil de platine est porté à l'incandescence, mais le rendement, dans ce cas, est encore moins bon, et au surplus, ces lampes sont généralement abandonnées.

FIN DU TOME PREMIER.

BIBLIOGRAPHIE.

MOIGNO (l'abbé). — *L'Art des projections*. In-18 jésus; 1872 (Paris, Gauthier-Villars).

The magic Lantern. How to buy, how to use it, also how to raise a ghost, by a mere phantom. 35e mille; 1886 (Londres, Houlston and Sons).

H. FOURTIER. — *La lanterne de projection*, manuel pratique. In-18 jésus; 1889 (Paris, A. Laverne et Cie).

MOLTENI. — *Instructions pratiques sur l'emploi des appareils de projection*. 3e édition. In-18 jésus; 1890 (Paris, chez l'auteur et à la librairie Gauthier-Villars et fils).

T. C. HEPWORTH. — *The book of the Lantern*. 3e édition; 1890 (Londres, Hazell, Watson and Viney).

FABRE (C.). — *Traité encyclopédique de Photographie*, Tome IV. Grand in-8; 1891 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE IV.

Les formes de la lanterne.

PROJECTION DES CORPS TRANSPARENTS.

CHAPITRE V.

Les formes de la lanterne.

PROJECTION DES CORPS OPAQUES.

CHAPITRE VI.

Le microscope de projection.

CHAPITRE VII.

Les sources lumineuses.

CHAPITRE VIII.

La lumière oxyhydrique.

L'OXYGÈNE.

CHAPITRE IX.

La lumière oxyhydrique (*Suite*).

L'HYDROGÈNE.

CHAPITRE X.

La lumière oxyhydrique (*Suite et fin*).

PRODUCTION DE LA LUMIÈRE.

CHAPITRE XI.

Lumière aérhydrique (bec Bunsen).

CHAPITRE XII.

La lumière électrique.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME PREMIER.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

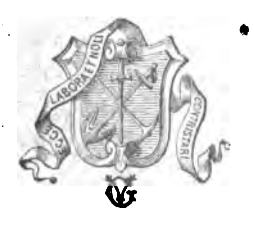
LA PRATIQUE
DES PROJECTIONS

ÉTUDE MÉTHODIQUE DES APPAREILS,
LES ACCESSOIRES, USAGES ET APPLICATIONS DIVERSES DES PROJECTIONS.
CONDUITE DES SÉANCES.

Par H. FOURTIER.

TOME SECOND :

LES ACCESSOIRES,
LA SÉANCE DE PROJECTIONS.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,
ÉDITEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1893

LA PRATIQUE
DES PROJECTIONS.

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Dictionnaire pratique de Chimie photographique, contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie,* précédé de *Notions usuelles de Chimie,* suivi de *Manipulations photographiques.* Grand in-8; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 8 fr.

Les Positifs sur verre. *Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage.* Grand in-8, avec nombreuses figures; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 4 fr. 50 c.

Les Tableaux de projections mouvementés. *Étude des Tableaux mouvementés; leur confection par les méthodes photographiques. Montage des mécanismes.* In-18 jésus, avec 42 figures; 1893 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 2 fr. 75 c.

En collaboration avec MM. Bourgeois et Bucquet :

Le Formulaire classeur du Photo-Club de Paris. Collection de formules sur fiches renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers,* divisées chacune en plusieurs sections.
Première Série; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils). 4 fr.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

LA PRATIQUE DES PROJECTIONS

ÉTUDE MÉTHODIQUE DES APPAREILS.
LES ACCESSOIRES. USAGES ET APPLICATIONS DIVERSES DES PROJECTIONS.
CONDUITE DES SÉANCES.

Par H. FOURTIER.

TOME SECOND :

LES ACCESSOIRES, LA SÉANCE DE PROJECTIONS.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,
ÉDITEURS DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1893

PRÉFACE.

Dans le Tome premier, nous avons traité des appareils de projection, nous avons montré leur mode de construction et indiqué les sources principales de lumière, l'âme, en quelque sorte, des projections. Dans ce Volume, nous nous occuperons des multiples accessoires nécessités dans la séance de projection, nous expliquerons le maniement des appareils, la confection des tableaux, la manière de les présenter.

Dans un Chapitre spécial, nous donnerons les renseignements pratiques pour la bonne exécution d'une séance de projection : les soins à donner à la lanterne, le réglage de la lumière, la façon de teinter les tableaux seront tour à tour étudiés ; au fur et à mesure du besoin, nous indiquerons les tours de main que les maîtres en l'art de la projection ont préconisés, ajoutant les remarques que nous avons été appelé à faire dans notre longue pratique.

Un point sur lequel nous devons insister est le suivant : en France, d'ordinaire, les projections sont faites sans les accompagner de commentaires suffisants ; trop souvent

même, elles sont rejetées à la fin de la conférence, et le public, fatigué, ne leur accorde plus qu'une insuffisante attention. En Angleterre et en Amérique, au contraire, sous le nom de « reading » lectures, on trouve des séries de tableaux accompagnés d'un petit livret explicatif que le conférencier n'a plus qu'à lire et à paraphraser au besoin. Cette méthode nous paraît de beaucoup préférable, et l'auditoire suit avec plus d'attention les développements du conférencier, qui sont, en quelque sorte, matérialisés par les grandes vues photographiques.

Nous terminerons ce Volume en donnant quelques indications sur la fantasmagorie et sur la méthode si intéressante de projeter les vues stéréoscopiques et les vues colorées d'après les principes de d'Almeida, de Cros et de Ducos du Hauron, principes qui ont été appliqués chez nous, avec tant de succès, par MM. Molteni et Vidal, et à l'étranger par Ives; enfin nous indiquerons le procédé si curieux des projections panoramiques, inventé par M. le Commandant Moëssard et qui est certainement appelé à un grand avenir.

H. F.

LA PRATIQUE

DES PROJECTIONS.

LES ACCESSOIRES,
LA SÉANCE DE PROJECTIONS.

CHAPITRE I.

L'ÉCRAN.

Les méthodes de projection. — Projections directes ou par réflexion. — Projections par transparence. — I. Projections par réflexion. — Conditions de l'écran. — Les écrans de toile. — Montage de l'écran. — II. Projections par transparence. — Conditions de l'écran. — Degré de transparence nécessaire. — Notre écran. — Écrans spéciaux.

1. Les méthodes de projection. — Les images agrandies par la lanterne de projection se forment, comme nous l'avons dit, sur un écran blanc; cet accessoire des projections a une très grande valeur, qui n'est généralement pas comprise d'une manière suffisante. C'est, en effet, un facteur très important des projections, car un mauvais écran, en absorbant trop de lumière, peut, en quelque sorte, annihiler tous les soins qu'on a pris pour augmenter le pouvoir de la source lumineuse.

Les conditions que doit remplir l'écran dépendent essentiellement du mode de projection adopté. La production

des images se fait suivant deux méthodes : l'une appelée *directe* ou *par réflexion*, l'autre dite *par transparence*. Il sera d'abord utile de préciser les avantages et les inconvénients de chacune de ces méthodes.

2. Projections directes ou par réflexion. — Dans les projections directes, la lanterne de projection et les spectateurs sont placés du même côté par rapport à l'écran, de telle sorte que le rayon lumineux issu de la lanterne venant frapper sur la toile se réfléchit sur le spectateur, d'où leur nom.

Cette méthode a l'avantage d'exiger pour son installation le minimum de place, mais, en revanche, la lanterne se trouvant au milieu du public, celui-ci est facilement mis au courant des opérations diverses et, en particulier, dans le cas de projections mouvementées, cette connaissance des mécanismes employés nuit à l'effet, en enlevant toute illusion.

D'un autre côté, si la lanterne est placée sur le même plan que les spectateurs, il y a lieu de réserver en avant un large espace afin de ne pas gêner le passage des rayons lumineux et, en somme, le gain obtenu sur l'emplacement se trouve par cela même réduit.

Cependant, on évite ce dernier inconvénient en surélevant l'écran et la lanterne de manière à faire passer le faisceau de lumière au-dessus de la tête des spectateurs. L'appareil se place alors en arrière de l'auditoire et l'on emploie des objectifs à long foyer, c'est-à-dire exigeant un grand recul.

L'écran doit être aussi opaque que possible, car tout rayon lumineux qui l'a traversé est évidemment perdu, aux dépens de l'effet général.

Nous verrons plus loin comment on arrive à constituer le meilleur écran pour les projections directes.

3. Projections par transparence. — Dans cette méthode, l'écran est interposé entre les spectateurs et la lanterne, et l'image est produite par l'absorption d'une partie des rayons lumineux par la toile. Ce mode de projection demande un espace plus considérable que dans le premier cas; mais, en revanche, il présente de nombreux avantages : l'opérateur ne se sentant pas sous les regards du public, agit plus librement; il a, d'autre part, plus d'espace pour disposer autour de lui les accessoires dont il aura besoin et le spectateur n'étant plus initié aux moyens employés, l'illusion cherchée est complètement produite.

Les conditions de l'écran sont dès lors inverses; il doit être à la fois transparent pour laisser passer le maximum de lumière, mais aussi avoir une certaine opacité pour arrêter une partie de cette lumière et former une image bien visible.

Nous allons étudier séparément les écrans qui conviennent dans l'une ou l'autre méthode. Dans le Chapitre VI, nous étudierons les dispositions générales à donner aux appareils.

I. — Projections par réflexion.

4. Conditions de l'écran. — Dans les projections par réflexion, l'écran, avons-nous dit, doit être aussi opaque que possible, de manière à refléter le maximum de lumière et de n'en absorber qu'un minimum; il importe, d'autre part, qu'il soit exactement tendu, sinon les plis produiraient des ombres désagréables et l'image ne se formant pas sur un

plan unique, certaines parties ne pourraient être mises au point. Il doit être mat, de manière à éviter des luisants qui nuiraient à la pureté de l'image et fatigueraient la vue. Enfin, il est bon que cette surface blanche soit entourée d'une large bande noire qui, par contraste, fait mieux ressortir la vue projetée et délimite exactement ses bords. Telles sont les diverses conditions auxquelles doit répondre un bon écran dans la méthode par réflexion.

Un mur blanchi au plâtre ou à la chaux remplit tous les desiderata, c'est le meilleur des écrans; mais c'est là une solution la plupart du temps impossible à réaliser, il y a donc lieu de rechercher le meilleur mode d'emploi de toiles pouvant facilement se rouler et se transporter.

5. Les écrans de toile. — Les toiles de coton seront préférées à toutes autres; on doit les choisir de tissu serré et égal. On trouve dans le commerce des toiles de cette nature ayant toutes les dimensions désirées, c'est-à-dire jusqu'à $3^{m},20$ de largeur : si l'on est obligé d'avoir recours à des écrans plus larges et d'employer par suite plusieurs lés, on devra disposer de préférence les coutures dans le sens horizontal; dans ce cas, on rejoint les lisières par une couture à surjet très fine et écrasée pour éviter la formation d'une ligne noire.

Cette toile ne sera généralement pas suffisamment opaque, il y aura lieu de la recouvrir d'une couche de peinture mate. Nous avons employé, dans ce but, une bouillie de blanc de zinc détrempé dans de la colle de peau légère; M. Molteni a indiqué un mélange de

Gomme arabique	50^{gr}
Magnésie en poudre	200

par litre d'eau.

En Angleterre, on trouve des toiles de lin recouvertes d'une sorte de peinture mate à l'huile, dans le genre des toiles cirées ordinaires.

La nécessité de cette imperméabilité de la toile à la lumière se démontre d'une façon évidente en projetant une image sur une toile ordinaire et en plaçant sur elle une feuille de bristol blanc : la partie de l'image reçue par le bristol opaque paraît beaucoup plus lumineuse que le reste de la projection; il est facile de comprendre, en effet, que tous les rayons qui ont traversé la toile forment par derrière une image visible aux dépens du faisceau réfléchi. Dans cet ordre d'idées, on a proposé (*Optical magic Lantern*) de doubler la toile blanche par une toile noire, dont la fonction serait d'arrêter tous les rayons transmis; ce n'est là qu'une médiocre solution, le noir ayant un pouvoir absorbant considérable, on n'augmente que faiblement l'intensité de la lumière réfléchie. Meilleur est le procédé qui consiste à coller sur la toile du fort papier blanc; mais, dans ce cas, il est difficile de plier l'écran sans produire des brisures, qui sont plus tard apparentes à la projection.

6. Montage de l'écran. — Le meilleur montage de l'écran consiste à le tendre sur un grand châssis de bois à la façon des toiles des peintres; dans ce cas, on peut l'enduire d'un fort encollage au blanc d'Espagne. Un tel écran à l'inconvénient d'être très encombrant et ne peut convenir qu'à une installation fixe.

On a aussi préconisé le montage suivant : on cloue le côté supérieur de la toile sur un fort rouleau, et le côté inférieur sur une tringle un peu lourde; le tout est agencé à la manière des stores et la toile s'enroule sur le rouleau à l'aide d'une corde de manœuvre. Dans ce cas, la toile recouverte

1.

de papier peut être employée, ou encore on peut l'enduire d'un encollage au blanc d'Espagne, dans lequel on ajoute un peu de glycérine pour donner de la souplesse à la peinture et l'empêcher de s'écailler en s'enroulant. Il existe, en Angleterre, des écrans recouverts de papier et portant sur tout le pourtour une bande ornementée noire, qui encadre la projection d'une manière très heureuse.

Nous avons aussi employé une toile se roulant, recouverte d'une couche de peinture à la colle, dont la partie supérieure était d'un bleu très pâle et la partie inférieure d'un ton sépia léger; tandis que le centre était traversé horizontalement par une large bande blanche, se dégradant sur les deux teintes extrêmes. On a ainsi un fond préparé à la manière de certains papiers à dessin et qui donne à la projection des fonds teintés assez agréables : il y a lieu, bien entendu, de faire un choix convenable des vues à projeter sur une telle toile.

Nous signalerons enfin, comme montage de ces écrans, le cadre démontable que nous décrivons plus loin au sujet des écrans transparents.

II. — Projections par transparence.

7. Conditions de l'écran. — Tout autres sont les conditions de l'écran dans le cas des projections par transparence. L'écran doit être facilement traversé par la lumière, mais en même temps avoir un certain pouvoir absorbant, sinon l'image ne se formerait pas dans de bonnes conditions.

On a préconisé, dans ce but, le verre dépoli : sans insister sur le poids et la fragilité d'un tel écran, nous dirons seulement qu'il est très difficile de constituer ainsi une surface propre aux projections. En effet, si le verre est dépoli fine-

ment, les spectateurs voient, au point de rencontre avec l'écran du rayon, qui va de la lanterne à leur œil, une tache lumineuse du plus désagréable effet; inversement, si le dépoli est trop grossier, il se forme des irradiations qui nuisent à la pureté de l'image. La grosseur du grain nécessaire est assez difficile à déterminer.

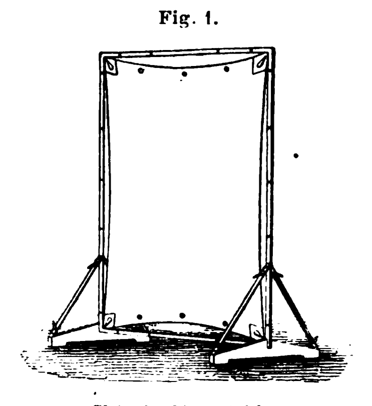
Une bonne toile de coton ou de lin à grain serré et fin fournit la meilleure solution; on augmente la transparence du tissu par divers artifices. On a préconisé l'usage de vernis copal et autres, mais tous ces vernis exigent que la toile reste tendue sur son cadre, sinon, lorsqu'on la ploie, il se forme des cassures opaques ou bien les plis se collent entre eux; d'autre part, les vernis tendent toujours à jaunir plus ou moins en se résinifiant.

Le procédé le plus communément employé, à cause de sa grande simplicité, consiste à mouiller la toile soit à l'aide d'une grosse éponge, soit, lorsque les dimensions l'exigent, avec une petite pompe à main. On retarde l'évaporation de l'eau en la mélangeant de 10 à 15 pour 100 de glycérine, et, si l'apprêt de la toile a disparu, on ajoute à l'eau un peu d'amidon. On bouche ainsi les trous trop gros, qui auraient pu se former dans le tissu et se traduiraient par des points brillants.

8. Degré de transparence nécessaire. — Nous avons dit qu'il y avait un degré de transparence spécial à obtenir : l'excès d'opacité ou de transparence se traduit toujours de la même manière, l'image est grise. Mais on reconnaît qu'on a atteint le degré voulu lorsque l'image a la même intensité de chaque côté de la toile : cette règle, d'une facile application, permettra de trouver rapidement le point de transparence que doit atteindre l'écran.

On a proposé divers montages mobiles pour les écrans. Tel, par exemple, le modèle à tubes représenté ci-dessous par la *fig.* 1; les constructeurs ont varié cette forme pre-

Fig. 1.



Châssis démontable.

mière de diverses façons; nous ne nous attarderons pas à les décrire.

9. Notre écran. — Nous croyons cependant devoir donner ici la description de l'écran que nous avons fait établir pour notre usage personnel; nous lui avons apporté les améliorations successives qui nous ont été suggérées par la pratique, et nous pensons qu'il constitue, pour l'amateur, la solution la plus simple.

L'écran proprement dit a $2^{m},10$ de largeur sur $2^{m},10$ de hauteur; il est en calicot fin; on trouve facilement de l'étoffe de ces dimensions dans le commerce; on forme tout autour de l'écran un ourlet de 2^{cm} de large en repliant trois fois l'étoffe sur elle-même. Cet ourlet consolide les

bords et permet de fixer sur tout le pourtour une série d'œillets à crochet, semblables à ceux qu'on emploie actuellement pour les souliers de chasse lacés; à chaque coin sont posés deux œillets, les autres sont espacés de 20cm à 22cm.

Le cadre tendeur est constitué par quatre tringles de bois blanc de 8cm de large sur 25cm d'épaisseur : ces tringles s'ajustent à tenons et à mortaises les unes dans les autres et un écrou à oreille les réunit à chaque coin. Le cadre monté est maintenu vertical à l'aide de deux traverses de bois de 6cm d'équarrissage; sur le dessus et au milieu on a pratiqué deux rainures dans lesquelles pénètre le cadre. Deux arcs-boutants de fer feuillard, de 2cm de large sur 3mm d'épaisseur, sont fixés aux deux extrémités des traverses, par des vis qui leur servent de pivot. L'autre bout porte une échancrure qui vient s'agrafer sur une vis à oreille plantée sur la tranche du cadre; une fois les deux arcs-boutants accrochés, on serre l'écrou et le cadre est solidement maintenu debout. A l'intérieur du cadre, sont vissés des pitons à crochets, disposés de manière à correspondre au milieu de l'intervalle des œillets. Pour monter la toile, il suffit de faire passer un cordonnet solide alternativement sur les crochets de la toile et du cadre, on lace comme d'habitude et, en tirant convenablement sur le cordonnet, on arrive à tendre complètement la toile; cependant, pour éviter les faux plis, on passe le lacet dans les écrous des coins du cadre, ce qui donne un dernier tirage suivant les diagonales et assure d'une façon exacte la tension générale de la toile.

Pour cacher au spectateur le cadre et le lacis de cordes et pour mieux délimiter les bords de la projection, nous disposons tout autour de la toile des bandes de lustrine noire, fixées simplement aux deux extrémités par deux clous de

tapissier ou deux punaises. Ces bandes ont une largeur de 20cm.

Grâce à cet agencement, l'écran se réduit à un très faible volume pour le transport et se monte ou se démonte avec la plus grande rapidité.

10. Écrans spéciaux. — Pendant que nous traitons cette question de l'écran, il ne sera pas inutile de rappeler qu'on a usé à diverses reprises d'écrans spéciaux pour arriver à des effets particuliers.

Robertson, dans ses séances de fantasmagorie, employait parfois, comme écran, la fumée produite par des résines et des aromates : il obtenait ainsi ce qu'il nommait les *spectres de la fumée*. Si, en effet, on projette un sujet silhouetté sur fond noir sur un écran absolument noir, le faisceau lumineux est entièrement absorbé et devient invisible; mais, sur le trajet du faisceau, si l'on fait brûler une résine, aussitôt l'image se forme par réflexion sur les particules blanches de la fumée : non seulement cette image paraît aérienne, mais, par suite des mouvements continus de la fumée, elle semble en quelque sorte animée et produit un effet saisissant.

Stuart Bruce a proposé un autre procédé qui consiste à recevoir l'image, dans les mêmes conditions, sur un moulinet composé d'une ou plusieurs ailettes peintes en blanc et tournant d'un mouvement rapide. Quelque temps avant, dans une séance du *Photo-Club* de Paris, nous avions démontré le principe de la persistance de la vision en recevant une semblable image sur une règle de bois recouverte de papier blanc, à laquelle nous donnions un rapide mouvement de va-et-vient. Les projections ainsi obtenues ont un caractère tout particulier et semblent douées de vie :

Stuart a même fait observer que, si l'on emploie un double moulinet dont les ailes sont peintes différemment, on peut doubler l'image, qui se colorera suivant les teintes du moulinet.

On a aussi employé au théâtre une nappe d'eau comme écran ; dans une féerie, une mince lame d'eau formait cascade et, à un moment donné, on projetait sur cet écran mouvant une ondine qui, pour les spectateurs, semblait sortir des flots. Dans d'autres cas, on s'est servi de toiles de mousseline légère pour produire des apparitions de même nature.

CHAPITRE II.

TABLEAUX PHOTOGRAPHIQUES.

Les tableaux de projection. — Conditions des tableaux. — Procédés photographiques. — Le procédé au gélatinochlorure. — Dimensions des tableaux. — Formes et dimensions des caches. — Montage et étiquetage des tableaux. — Boîtes à clichés. — Peinture des photographies. — Colorations chimiques. — Épreuves superposées. — Emploi de verres colorés. — Tableaux sur fond noir. — Tableaux composites.

11. Les tableaux de projection. — Pendant longtemps, les tableaux de projection furent dessinés et peints à la main, et quelques artistes même acquirent dans ce genre une certaine notoriété; mais, malgré le soin et le fini de leur travail, il n'était pas possible de soumettre ces tableaux à de forts grossissements, car les moindres fautes dans le trait, les inégalités de couleur devenaient aussitôt choquantes. Aussi, on peut assurer que la découverte de la Photographie fut pour la lanterne de projection le point de départ réel de sa transformation et de tous les perfectionnements qui lui furent successivement appliqués.

Niepce de Saint-Victor avait été le premier à proposer l'emploi du verre et de l'albumine pour la production des images dans la chambre noire; mais son procédé ne s'appliquait qu'aux négatifs, et ce ne fut que beaucoup plus tard qu'on songea à ces méthodes pour l'obtention des tableaux de projection. Ce sont, paraît-il, les frères Langenheim, de

Philadelphie (États-Unis), qui produisirent les premiers des photographies pour projection. Dès 1848, ils avaient appliqué le procédé de Niepce à l'albumine, et leurs premières épreuves furent exposées, en 1850, à l'Exposition de Londres et montrées à Paris en 1853 par Duboscq.

Cette intervention de la Photographie dans la production des tableaux avait une importance capitale : non seulement elle simplifiait les moyens pour les obtenir, mais encore elle permettait de multiplier les épreuves à l'infini; elle leur donnait une telle finesse dans les détails, une telle précision dans le rendu, qu'elles pouvaient subir impunément tel agrandissement voulu. Dès lors les constructeurs purent chercher à perfectionner la partie optique et, grâce aux lumières intensives, on obtint ces grands tableaux auxquels nous sommes maintenant habitués.

12. Conditions des tableaux. — Avant de parler des moyens propres à obtenir ces épreuves, il ne sera pas sans intérêt de dire quelques mots sur les conditions qu'elles doivent remplir.

Nous n'insisterons pas sur la nécessité d'employer des objectifs très fins, qui *piquent,* comme on dit dans l'argot d'atelier. Pour arriver à un bon résultat, il convient d'user d'un objectif couvrant une surface supérieure à celle du tableau. Pour notre compte personnel, nous préférons exécuter nos négatifs sur quart de plaque et, au tirage, il nous est plus facile d'encadrer dans la plaque sensible la partie la meilleure du sujet.

La densité des épreuves doit varier avec la source lumineuse, qui servira à les projeter : elles seront d'autant plus denses que cette source aura une plus vive clarté. En effet, telle photocopie sur verre, qui donne avec la lumière du

pétrole une image très complète, ne fournira plus, avec la lumière oxyhydrique qu'une image plate et grise, parce qu'elle sera trop facilement traversée par les rayons éclatants de cette lumière. Il en résulte que les éclairages intensifs permettent de pousser les photocopies au développement et l'image gagne ainsi des détails dans l'ensemble et surtout dans les ombres.

La couleur de l'épreuve joue aussi un grand rôle et il n'est pas indifférent de chercher telle ou telle coloration pour un sujet donné; les procédés et les méthodes de virages sont assez nombreux pour permettre à l'amateur de varier les tons à son gré.

Mais c'est surtout au point de vue artistique qu'il convient de préciser les conditions que l'épreuve doit remplir.

Toute vue n'est pas apte à être projetée et il y a lieu, lorsqu'on veut obtenir de réels effets artistiques, de faire un choix judicieux des sujets. Un tableau trop surchargé de détails déroute et fatigue le spectateur, qui est obligé de faire un pénible effort pour saisir l'ensemble et remettre chaque chose à sa place; effort d'autant plus pénible que la Photographie ne sait point mettre en relief le sujet principal et donne une égale importance aux détails principaux et secondaires. A plusieurs reprises nous avons été frappé de voir des paysages, des sous-bois, par exemple, très finis comme exécution, mais dans lesquels la multiplicité des plans et des objets était telle qu'il fallait quelques instants pour bien se rendre compte de l'ensemble. Lorsqu'à la suite de telles épreuves paraissait sur l'écran un tableau nettement défini, sans complication de plans, on sentait aussitôt à l'attitude des spectateurs, à leurs applaudissements, que l'intention de l'auteur était mieux comprise et aussi mieux appréciée.

Dans le même ordre d'idées, il est à remarquer que les vues profondes, panoramas d'une ville ou d'un paysage quelconque, produisent beaucoup moins d'effet que les vues de détail. En général, dans les panoramas, l'importance forcée d'un ciel éclatant rend par contraste les objets moins nets et l'œil se perd dans la complication des détails.

Inversement, les tableaux dans lesquels on trouve une perspective simple et bien indiquée, des premiers plans nettement définis, produisent des effets de relief complet; telles sont, par exemple, les vues de cloîtres dans lesquelles les arrière-plans se détachent très éclairés sur des premiers plans un peu sombres.

13. Procédés photographiques. — Les procédés photographiques pour obtenir les positives sur verre sont très nombreux; nous ne pouvons ici que les énumérer, renvoyant le lecteur au Traité que nous avons publié sur ce sujet et dans lequel nous avons décrit en détail les manipulations relatives à chacun d'eux ([1]).

1° *Procédés à la gélatine* (gélatinochlorure et gélatinobromure). Il convient même de remarquer que le procédé au gélatinochlorure se subdivise en procédés par développement et procédés par impression directe.

2° *Procédés aux mixtions colorées* (charbon).

3° *Procédés au collodion humide et sec.*

4° *Procédés aux émulsions.*

5° *Procédés à l'albumine.*

6° *Procédés de teinture des colloïdes bichromatés* (Hydrotypie, cyanotypie, etc.).

([1]) *Voir :* Fourtier (H.), *Les Positifs sur verre. Théorie et pratique.* Grand in-8, avec figures; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

hyposulfite). Ces mêmes réducteurs, étendus au pinceau, servent à nettoyer les ciels ou adoucir certaines parties.

15. Dimensions des tableaux. — Autrefois, afin de faciliter le travail du dessinateur, on était obligé de recourir à des tableaux relativement grands, ce qui nécessitait l'emploi de condensateurs à larges surfaces et par suite très lourds. Grâce à la finesse qu'on est en droit d'attendre des vues photographiques, on a pu considérablement réduire leurs dimensions, et le Congrès de Photographie de 1889 a admis, pour les plaques de projection, le format uniforme de 85^{mm} sur 100^{mm}, « déjà admis pour un grand nombre de collections ». Nous avons déjà traité cette question dans un autre Ouvrage ([1]), nous n'y reviendrons pas; nous nous contenterons de rappeler que les collections anglaises et américaines, qui sont très nombreuses, ont adopté le format plus pratique de 80 sur 80. Quelles que soient les dimensions extérieures du tableau, la surface utile dans l'un et l'autre format est d'environ 70×70; cette limitation de la surface utile s'obtient à l'aide de caches.

16. Forme et dimensions des caches. — Les caches sont constituées par des feuilles de papier noir, du format extérieur des tableaux, et présentant une ouverture centrale, qui délimite nettement les bords de la vue.

En France, l'ouverture de la cache est rectangulaire, à coins arrondis; elle est d'ordinaire légèrement plus large que haute; les dimensions courantes de l'ouverture sont 68×68 et 70×74. (Voir *fig.* 2.)

En Angleterre, on se sert beaucoup de caches rondes

---

[1]) *Voir* : FOURTIER (H.), *Les Positifs sur verre* (p. 167).

ayant un diamètre de 70^{mm} environ; on obtient ainsi en

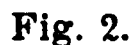
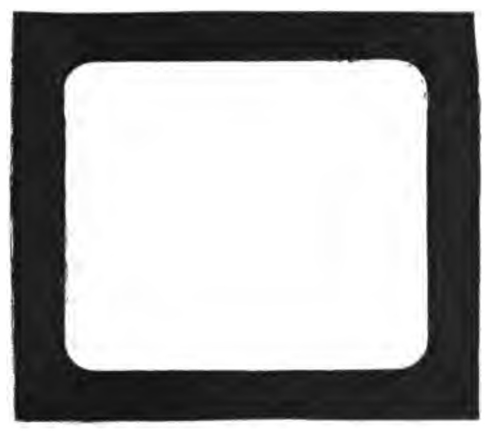


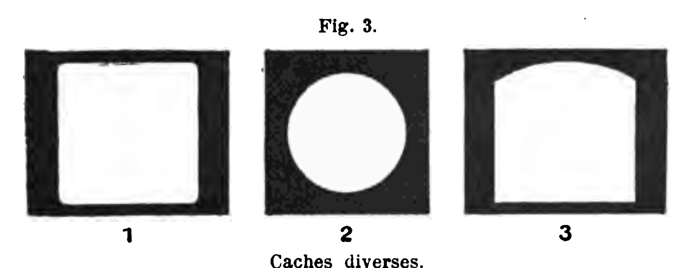
Fig. 2.



Format des caches, réduction au $\frac{3}{5}$.

projection un disque, ce qui est loin de produire un effet artistique, tout au moins pour notre goût. En Amérique, on

Fig. 3.



Caches diverses.

1, modèle français. — 2, modèle anglais. — 3, modèle américain.

rencontre assez souvent une forme d'ouverture composée d'un rectangle dont la partie supérieure est arquée. Si, pour

les paysages, nous préconisons l'emploi de la cache carrée, cependant il est des cas où une autre forme sera préférable; ainsi, pour les portraits, la cache ovale sera d'un meilleur effet, et, pour les projections de microphotographie, on utilisera de préférence les caches rondes (*fig.* 4), qui rappellent le champ arrondi du microscope.

Quelle que soit la forme d'ouverture adoptée, nous conseillerons à l'amateur d'employer des caches toujours de la même dimension. Rien n'est plus désagréable, en effet, pour le spectateur que de voir se succéder sur l'écran une suite de tableaux de grandeurs diverses; du reste, on a toujours la ressource, par agrandissement ou réduction, de donne à ses épreuves les mêmes dim ensions; il y a surtout intérêt à conserver l'unité de format lorsqu'on doit projeter les vues en dissolwing.

Fig. 4.



Tableau anglais à cache ronde.

Nous avons dit que les caches se découpaient dans du

papier à aiguilles, c'est-à-dire noir dans la pâte, mais nous avons vu employer, dans des collections anglaises, des caches noires sur une face et blanches sur l'autre. La première face est appliquée sur l'épreuve, et l'opérateur est ainsi prévenu par la seule inspection du tableau du sens dans lequel il doit être projeté : en effet, la vue est dans son sens naturel lorsqu'elle se présente encadrée de blanc. Cette méthode permet en outre de faire sur la cache même les inscriptions nécessaires qui seront protégées par le verre de garde.

17. Montage et étiquetage des tableaux. — Nous n'insisterons pas sur les procédés de montage : on sait que, sur la photographie, on dispose la cache qu'on recouvre d'un verre mince et que l'on colle à cheval sur tout le pourtour des deux glaces des bandes de papier noir. La meilleure colle pour cet objet se compose d'un mélange d'eau gommée et de colle de pâte qu'on sucre légèrement; pour en assurer la conservation et l'empêcher d'aigrir, on ajoute un peu d'un antiseptique quelconque : thymol, sulfate de quinine ou acide borique.

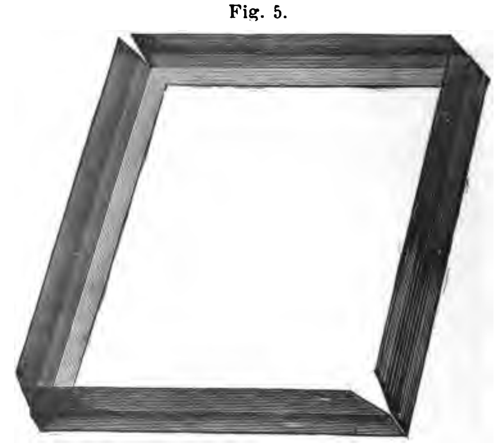
On a proposé en Angleterre l'emploi de petits cadres métalliques : ces cadres sont formés d'une lame de laiton très mince, disposé comme l'indique la *fig.* 5. On y insère les deux verres et l'on rabat les bords avec un couteau à papier. Ce mode de montage donne une certaine solidité à l'ensemble, mais, à notre avis, ne dispense nullement de border les verres au papier, car les bandes empêchent les poussières et l'humidité de passer entre les verres.

Afin de prévenir le décollement de ces bandes, il est de bonne pratique de les vernir, une fois sèches, avec du vernis blanc, de préférence un vernis gras; on peut encore,

comme cela a été indiqué, recouvrir les bandes d'une couche d'amidon ou de gélatine bichromatée et faire sécher au soleil; on sait qu'un tel mélange en présence de la lumière devient insoluble dans l'eau.

Ces épreuves transparentes pouvant être également vues sur chaque face et par suite être inversées dans les glis-

Fig. 5.



Cadre métallique.

sières, sur la proposition de M. Molteni, le Congrès de Photographie de 1889 a émis la résolution suivante (1) :

« 8° Pour permettre de reconnaître dans l'obscurité le sens de l'image des plaques pour projections, on appliquera sur le coin droit inférieur de ces plaques une étiquette des-

(1) *Congrès international de Photographie* (Exposition universelle de 1889). Rapports et documents publiés par les soins de M. S. Pector, secrétaire général. Grand in-8, avec figures et 2 planches; 1890 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

tinée à se trouver placée sous le pouce de l'opérateur quand celui-ci saisit la plaque entre le pouce et l'index et la regarde de façon à la voir telle qu'elle doit être sur la projection. »

Nous avions autrefois préconisé un autre système, mais


Fig. 6.





Étiquetage des clichés.

nous reconnaissons que ce moyen est de tous le plus simple et le plus pratique.

En dehors de ce signe utile pour la mise en châssis, il est nécessaire de joindre au tableau quelques indications. Voici le procédé que nous employons et qui, du reste, est de pratique constante parmi ceux qui ont des collections un peu importantes de vues, tels que MM. Londe, Bucquet, Bourgeois, etc.

Sur une des marges de l'épreuve, nous collons une bande de papier blanc sur laquelle nous inscrivons le titre à l'aide d'une machine à écrire; les gros caractères imprimés par ces appareils facilitent la lecture du texte, dans la demi-obscurité de la salle où se font les projections.

Sur l'autre marge, nous fixons une autre bande imprimée (*fig.* 6) portant les indications suivantes :

S^{ie} N° . — COLLECTION H. FOURTIER.

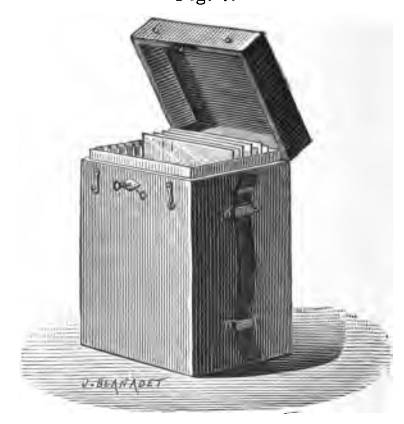
Cette bande sert à la classification des épreuves et per-

met de les retrouver facilement. Les séries sont distinguées par des lettres correspondant à un répertoire; ces mêmes lettres de séries sont reportées sur le couvercle des boîtes qui contiennent les tableaux; il est par suite facile, lors d'une recherche, de trouver rapidement le cliché voulu et, inversement, à la suite d'une conférence spéciale, de reconstituer les collections.

En vue de faciliter la classification, lorsque le nombre des vues est très important, on pourra, comme l'a indiqué M. Londe, faire imprimer les étiquettes sur des papiers de couleurs différentes, en affectant chacune des couleurs à une classe de vues.

18. Boîtes à clichés. — On emploie d'habitude, pour

Fig. 7.



Boîtes à rainures.

conserver les clichés, des boîtes à rainures; mais, lorsque les collections tendent à s'augmenter, on s'aperçoit

bien vite que ce procédé est beaucoup trop encombrant.

Pour notre compte personnel, nous employons les boîtes du commerce, dans lesquelles nous supprimons les rainures; à l'aide de colle forte, nous fixons dans les fonds de la boîte et du couvercle deux bandes de molleton épais, ainsi que sur les petits côtés intérieurs. De cette façon, une caisse contient près de trois fois le nombre de vues qu'elle pourrait contenir avec ses rainures. Si, dans une même boîte, nous avons à réunir plusieurs séries, nous les séparons par des petites planchettes mobiles de la largeur de la boîte (*fig.* 7), mais un peu moins hautes que les vues. Cependant, nous usons des boîtes à rainures pour rassembler les tableaux qui devront être passés dans le cours d'une séance, parce que, dans ces boîtes, il est plus facile de les saisir et de les classer.

19. Peinture des photographies. — On a indiqué de nombreuses méthodes pour le coloriage des photographies : vernis colorés, peinture à l'aquarelle et au fiel de bœuf, etc. Un des procédés les plus simples consiste à employer les couleurs d'aniline qu'on trouve dans le commerce préparées pour la peinture d'imitation des anciennes tapisseries : ces couleurs sont additionnées d'un mordant qui les fixe parfaitement sur la gélatine. On les passe sur les points voulus à l'aide d'un pinceau très peu chargé de teinte.

Quel que soit le procédé employé, nous noterons les points suivants : la gamme des tons doit être peu étendue; les épreuves trop surchargées de couleurs diverses produisent un mauvais effet en projection.

Les teintes doivent être très douces; cependant, il y a lieu de noter qu'elles devront être plus vives pour les tableaux destinés aux éclairages intensifs que pour ceux destinés à

être projetés avec une lampe au pétrole. Dans ce dernier cas, il faut employer peu de jaune, la lumière du pétrole étant déjà très riche en rayons de cette teinte; pour cette même raison, les bleus doivent être légèrement relevés avec du rose pour éviter qu'ils tendent au vert.

20. Colorations chimiques. — On peut, par des procédés chimiques, obtenir un certain nombre de teintes qui, la plupart du temps, suffiront. Les ciels, par exemple, se colorent en bleu en trempant la plaque d'abord dans du ferrocyanure à 2 ou 3 pour 100, puis dans une solution faible d'un sel de fer : il se forme dans la couche du bleu de Prusse. En mettant ces réactifs au pinceau et en ayant soin, avec un second pinceau imbibé d'eau, d'affaiblir la solution dans les points convenables, on peut obtenir un certain modelé dans le ciel, de telle sorte que l'horizon restant clair, le haut du ciel soit plus chargé en couleur.

Notons qu'en trempant toute la plaque successivement dans les deux réactifs, on produira des effets de lune; les grands blancs, reflets de la lune, disque lunaire seront obtenus à l'aide d'enlevés au canif.

On modifie ces tonalités en ajoutant des couleurs d'aniline solubles à l'eau et non attaquées par les réactifs; ainsi, si l'on teint en bleu la mer, on lui donnera des tons verdâtres en ajoutant avec un pinceau une solution d'aurantia ou d'acide picrique. Cette adjonction du jaune se fait en même temps que la réaction, et facilement on arrive à donner à la mer des colorations diverses, qui rendent assez bien les tonalités naturelles. Quelques touches de fuchsine ou de brun d'aniline, données pendant que l'épreuve est encore humide, permettent de faire des rehauts qui complètent l'effet; on adoucit ces teintes et même, en cas de non réussite, on les

enlève complètement à l'aide d'un bain plus ou moins prolongé d'alun à 5 pour 100.

On peut aussi opérer par imbibition, comme l'ont montré MM. Léon Vidal et Lumière, soit qu'on recouvre les parties à réserver avec un vernis gras léger et qu'on trempe dans un bain chargé en couleur, soit qu'on se serve de bains successifs plus ou moins dilués.

Ces diverses méthodes de coloriage chimique sont d'une application très facile, et, avec un peu de goût et de pratique, on arrive très vite à être maître du procédé.

21. Épreuves superposées. — On peut encore varier les tonalités des tableaux en se servant d'épreuves superposées; il suffit pour cela, un premier monochrome ayant été obtenu, de produire un second monochrome, d'une autre teinte et renversé, sur le verre de garde. La superposition des deux couleurs fournira une suffisante quantité de nuances diverses. Par l'emploi de trois monochromes pelliculaires, M. Ducos du Hauron a même démontré qu'on pouvait arriver à reproduire les couleurs de la nature; dans ce cas, il y a lieu de faire trois négatifs sur plaques orthochromatiques convenables et opérer le triage des couleurs à l'aide d'écrans colorés. Chacun de ces trois négatifs ne contient que les rayons donnés par l'une des trois couleurs primaires : rouge orangé — vert — violet; on tire de chacun d'eux un monochrome positif, et la superposition des trois pellicules fournit toutes les variétés des couleurs de la nature.

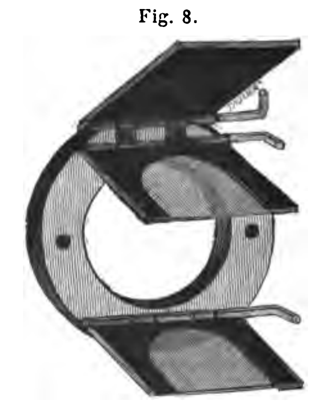
Cette élégante solution est certainement appelée à un grand avenir, mais nous devons ajouter qu'en l'état actuel de la science elle est délicate comme application; le triage des couleurs se fait avec assez de facilité, mais il n'en est pas de même des couleurs pigmentaires qui sont d'un choix

très délicat. A la fin de ce volume, nous donnons la solution si curieuse des trois monochromes noirs éclairés par des verres de couleurs différentes qui ont excité tant d'admiration en Amérique et récemment en France.

22. Emploi des verres colorés. — En se servant de verres colorés, on peut teinter partiellement ou complètement le faisceau lumineux, ce qui permet de produire en projection certains effets de couleurs.

En Angleterre, on se sert dans ce but d'un appareil appelé

Fig. 8.



Teinteur pour projections.

tinter. Ce teinteur (*fig.* 8) se compose d'un bouchon ordinaire d'objectif, percé en son centre et muni de volets à jour, en cuivre, dans lesquels on insère des plaquettes de gélatine colorée. En inclinant plus ou moins ces plaquettes sur le trajet du rayon, on le colore et l'on obtient l'effet voulu; si, par exemple, on se sert, pour la partie supérieure, d'une plaque de gélatine bleue et, pour la partie inférieure, d'une

plaque d'un brun rougeâtre, le ciel et les terrains de l'image projetée se colorent respectivement en bleu et en sépia; il est facile de déterminer l'angle utile que devra faire la gélatine colorée pour que la teinte n'empiète pas sur les parties qui doivent rester blanches. Lorsque les plaques colorantes doivent être placées en avant de l'objectif, il vaut mieux avoir recours aux feuilles de gélatine, le verre ayant l'inconvénient de refléter latéralement une partie de l'image.

L'emploi des verres colorés, placés devant le condensateur, permet d'obtenir aussi de très beaux effets avec une lanterne double. Si l'on projette avec une des têtes une statue sur fond noir, elle donne l'illusion d'un marbre ou d'un plâtre; mais si, en même temps, on envoie sur l'écran, à l'aide de la seconde tête, un rayon rouge ou vert, la statue se transforme en une terre cuite ou un bronze.

23. Tableaux sur fond noir. — Les tableaux sur fond noir, particulièrement les statues, objets d'art, etc., produisent un très grand effet en projection; se détachant très lumineux sur un fond assombri, ils prennent un relief tout particulier. Ce silhouettage s'obtient avec la plus grande facilité : il suffit d'entourer l'image, au pinceau, d'une bande de vernis noir de 4^{mm} à 5^{mm} de largeur et de couvrir le reste du tableau par une cache de papier noir découpée de façon convenable.

Nous donnerons plus loin une série de vernis noirs qui conviennent parfaitement pour ce travail.

24. Tableaux composites. — Nous terminerons cette étude sur les tableaux photographiques, en indiquant la méthode pour obtenir des vues qui ne peuvent être photographiées directement. Qu'il s'agisse, par exemple, de pré-

parer un titre de conférence : il suffira de coller sur un bristol des fragments d'épreuves photographiques, de cartes ou même de gravures qu'on reliera les uns aux autres par un léger travail au crayon et à l'estompe; on écrit le titre au milieu de cette composition qu'on a eu soin de faire à grande échelle et l'on tire du tout un négatif à la grandeur exacte des projections. Ce tableau composite, formé d'éléments divers, de colorations différentes peut-être, reprendra sur la plaque sensible une tonalité générale telle qu'il semblera à la projection qu'on voit la reproduction d'un dessin exécuté en entier par le même procédé; avec un peu de goût et d'adresse manuelle, l'amateur réussira très vite ce fort joli moyen d'annoncer une suite de vues, es originales compositions des Chérets, qui illustrent nos murs, donneront en ce sens de précieuses indications.

CHAPITRE III.

TABLEAUX DESSINÉS ET PROJECTIONS DIVERSES.

Les tableaux dessinés. — Emploi du verre dépoli. — Dépoli factice. — Dessins sur gélatine. — Faux clichés. — Le Pandiscope. — Le Cycloïdotrope. — Dessin et coloriage des tableaux. — Reports. — Tableaux mouvementés. — Tableaux doubles. — Chromatropes. — Phénakisticopes. — Tableaux mécaniques. — Tableaux hydrauliques. — Projections scientifiques.

25. Les tableaux dessinés. — Si, pour la confection des tableaux, les procédés photographiques fournissent les meilleurs résultats au point de vue de la finesse dans le rendu, il n'en est pas moins vrai qu'on est obligé parfois d'avoir recours au dessin pour exécuter un diagramme, une coupe d'appareil, etc. Souvent aussi, il sera nécessaire, ainsi que nous le dirons plus loin, de se servir d'autres procédés, tels que les faux clichés, les reports, etc.; nous indiquerons ici, avec quelques détails, ces diverses méthodes.

26. Emploi du verre dépoli. — Le crayon ordinaire à la mine de plomb mord très bien sur le verre dépoli et il sera possible, de cette façon, de préparer rapidement une figure schématique destinée à une démonstration. On choisira dans ce but un verre finement douci pour empêcher le grain du dessin d'être trop gros : l'esquisse pourra être arrêtée sur papier ordinaire; on place dessus le verre dépoli, et par transparence on suit aisément les contours du dessin :

on conçoit même qu'il sera ainsi facile de copier une gravure.

Nous noterons en particulier que ce genre de dessin sera employé avec succès pour faire des titres de conférence. Le tracé ayant été exécuté au crayon sur le verre dépoli, on le peint avec des couleurs au vernis qui non seulement fournissent les teintes voulues, mais encore rendent au verre sa transparence première. Avec des vernis incolores, on produit les grands blancs qui, à la projection, s'enlèvent très lumineux sur le fond gris-perle donné par le dépoli des fonds.

Si l'on a eu soin de passer sur le verre dépoli un peu de fiel de bœuf dilué, l'encre de Chine prendra très facilement, et, le dessin à la plume ou au pinceau achevé et relevé au besoin par quelques touches de peinture à l'aquarelle, on rendra au verre sa transparence première en le couvrant d'un vernis incolore au copal ou à la gomme laque.

27. Dépoli factice. — On peut déposer à la surface du verre des vernis qui, en séchant, forment une sorte de dépoli : l'encre de Chine et les couleurs à l'eau prennent très bien sur une telle couche qu'on rend ensuite transparente par un second vernissage.

Parmi les différentes formules indiquées dans ce sens, nous citerons les suivantes [1] :

	I	II	III
Sandaraque	30gr	18gr	15gr
Mastic	30gr	4gr	»
Éther	500cc	192cc	250cc
Benzine	300cc	50 à 150cc	75 à 90cc
Copal tendre	»	»	15gr

Le dessin achevé, on rend au verre sa transparence en le

[1] FOURTIER (H.), BOURGEOIS et BUCQUET, *Le Formulaire classeur du Photo-Club de Paris*. Première série ; 1892 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

recouvrant, comme si l'on collodionnait, du vernis suivant :

Éther	100 cc
Sandaraque	3 gr
Mastic	3

28. Dessins sur gélatine. — On dessine de la même manière sur feuilles minces de gélatine : le commerce fournit de telles feuilles sous le nom de *papier glace*. On exécute le trait avec une pointe fine ou mieux une échoppe, on lève ainsi un mince copeau qui laisse dans la gélatine un léger sillon qu'on noircit en frottant la feuille avec de la plombagine. On se sert, dans ce but, d'un rouleau de lisière de drap bien serré; les tailles étant remplies, on nettoie les fonds avec un linge fin et au besoin avec un peu de mie de pain; enfin la feuille est montée entre deux verres.

29. Faux clichés. — Les méthodes précédentes ne donnent évidemment qu'une seule épreuve; on peut obtenir une série d'épreuves photographiques en faisant de faux clichés de la manière suivante : on étend sur une glace, au pinceau, une bouillie claire de gomme et de carbonate de plomb; une fois sèche, on grave le dessin à l'aide d'une échoppe fine ou d'une pointe d'aiguille : le trait sera nettement perçu si l'on a eu soin de mettre en dessous de la glace une feuille de papier noir; on décalque le dessin sur cette glace à l'aide du papier bleu des dessinateurs. Le dessin achevé, on noircit la couche en l'exposant à des fumigations d'hydrogène sulfuré. Ce faux cliché servira à produire, par les moyens ordinaires photographiques, le nombre voulu d'épreuves.

30. Le Pandiscope. — Mais il arrive fréquemment que, dans une conférence, une démonstration, l'orateur a à

compléter peu à peu un premier dessin au fur et à mesure qu'il donne ses explications : il faudrait, en un mot, qu'il

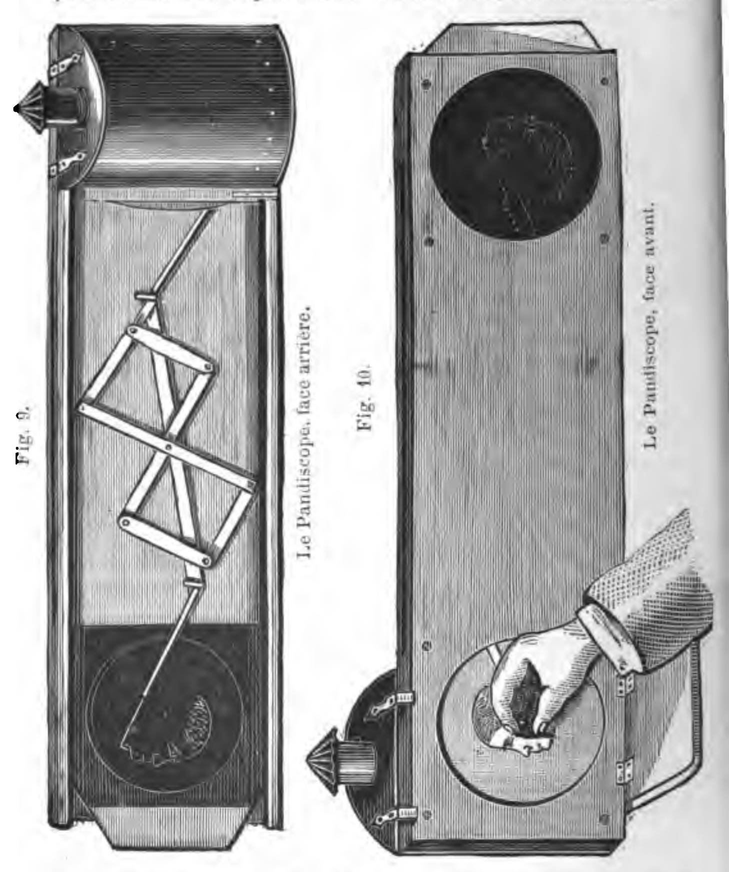


Fig. 9. Le Pandiscope, face arrière.

Fig. 10. Le Pandiscope, face avant.

puisse agir à l'aide de la lanterne de projection comme il le ferait sur le tableau noir. Un habile constructeur an-

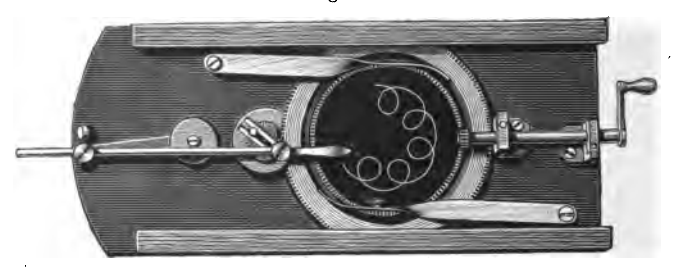
glais, Hughes, a inventé dans ce sens un ingénieux appareil que nous présentent sur ses deux faces les figures ci-dessus (*fig.* 9 et 10) :

L'appareil se compose d'un long châssis en bois, portant une fenêtre ronde à chaque extrémité; devant l'une des fenêtres, qui se place dans les glissières de la lanterne, devant le condensateur, on glisse un petit châssis portant une glace noircie sur la flamme fumeuse d'une lampe. L'autre fenêtre est garnie d'un verre dépoli sur lequel a été tracé au préalable le dessin à reproduire; derrière la glace dépolie, est une petite lanterne exactement close et éclairant vivement le verre dépoli. Sur la partie pleine qui sépare les deux fenêtres, est disposé un parallélogramme articulé terminé par une branche à bouton du côté du verre dépoli et par une pointe fine à crochet du côté du verre norci. On comprend qu'il s'agit là d'une véritable machine à copier et qu'il suffit de suivre les contours du dessin sur le verre dépoli pour que, sur l'autre verre, la couche de noir de fumée soit enlevée, laissant transparaître la lumière, et sur l'écran il semble qu'un trait lumineux dessine peu à peu le sujet décrit par l'orateur : il y a là, à la fois, une très ingénieuse manière de résoudre le problème et une intéressante méthode de projection. L'appareil, appelé le *Pandiscope*, est construit de telle sorte que le dessin sur noir de fumée est inversé de manière à être dans son sens sur l'écran : les deux figures ci-dessus sont du reste assez explicites par elles-mêmes pour que nous n'ayions pas à insister davantage.

31. Le Cycloïdotrope. — A côté de cet appareil, il contient de signaler le Cycloïdotrope (*fig.* 11) qui est dû, croyons-nous, à Hopkins et est construit par Pumphrey, de Londres

Il consiste essentiellement en un disque doublement denté, maintenu sur une monture en bois à l'aide de deux ressorts arqués. Le disque ajouré en son centre porte une glace ronde recouverte de noir de fumée; une des dentures engrène avec un pignon qui, à l'aide d'une manivelle, fait tourner le disque dans le plan de la monture. L'autre denture actionne un pignon plat portant une bielle à coulisse, agissant sur un style qui appuie sur la glace noircie : dès que

Fig. 11.



Le Cycloïdotrope.

le système est mis en mouvement, le style trace sur la glace des cycloïdes qui s'étalent par suite du mouvement de rotation du disque, et l'on voit naître les plus capricieuses rosaces dont les formes varient avec la longueur de la bielle et le déplacement du point fixe du style. Les images ressemblent aux guillochages qu'on pratique sur les boîtiers de montre, et leur diversité est incroyable, étant donné le peu de variations qu'on peut imprimer aux diverses pièces. Cet instrument, peu connu en France, a eu un réel succès en Amérique il y a quelques années [1].

[1] Cet appareil a été décrit, en 1885, dans le *Scientific American*, par G. Hopkins.

32. Dessin et coloriage des tableaux sur verre poli. — Pour dessiner directement sur verre poli, on se servira de préférence d'un pinceau fin, imbibé d'encre de Chine épaissie avec un peu d'eau gommée et sucrée. L'encre prendra mieux et sans bavure, si l'on a eu soin de recouvrir au préalable la plaque de fiel de bœuf étendu d'eau, qu'on étale à la manière du collodion et qu'on laisse sécher. Si le dessin a été fait à l'encre de Chine, on devra le colorier avec des vernis colorés; inversement, si l'on veut peindre à l'aquarelle, on emploiera pour le tracé un vernis gras non soluble dans l'eau. Voici quelques formules de ces vernis :

	I	II	III	IV
Bitume de Judée	30gr	20gr	50gr	10gr
Vernis copal	15cc	»	»	»
Benzine	150cc	»	100cc	»
Térébenthine	»	100cc	»	100cc
Noir de pêche	q. s.	»	»	2cc
Poix noire	»	»	25gr	»
Cire blanche	»	4gr	»	4gr

Le tracé se fait soit à la plume, soit au pinceau.

Pour les couleurs à l'eau, on emploie les laques d'aquarelle délayées avec de l'eau sucrée et gommée; pour les couleurs au vernis, on emploiera les laques en tube des peintres, dégraissées au préalable, en les déposant sur du papier buvard plié en plusieurs doubles; on les délaiera ensuite avec du vernis copal étendu de térébenthine. Dans l'un et l'autre cas, les couleurs minérales devront être rejetées; trop opaques, elles ne produiraient que des noirs.

33. Reports. — Il est un autre mode de dessin, très employé dans l'industrie, pour la fabrication des verres de lanterne magique, dont nous dirons quelques mots. On relève une gravure quelconque à l'encre grasse (gravure en taille-

douce, lithographie, typogravure) sur un papier spécial, *papier de Chine*, qui est recouvert d'une mince couche d'amidon gommé. Sur le verre bien propre on applique le report et, par pression, on force l'encre grasse à adhérer au verre; on mouille le dos du papier de Chine qui ne tarde pas à s'enlever, laissant le dessin sur le verre. On lave doucement les dernières traces d'encollage et, quand le verre est sec, on applique de la poudre de bronze avec un tampon de ouate. Le bronze ne s'attache que sur les lignes du dessin, les renforce et permet d'avoir en projection une image très franche.

Ce procédé n'est pas à la portée des amateurs; mais on a préconisé le suivant, qui demande cependant une certaine habileté de main. Ayant choisi le dessin voulu, imprimé sur papier ordinaire, on recouvre une glace d'une mince couche de térébenthine de Venise qu'on laisse à demi sécher; sur cette couche poisseuse on applique la gravure à décalquer, l'encre en contact avec la térébenthine; on appuie à plusieurs reprises avec une raclette de caoutchouc et on laisse sécher le tout. Après dessiccation complète, on mouille le dos du papier et, en frottant légèrement du bout du doigt mouillé, on enlève toute la pâte du papier qui se réduit en petites boulettes : l'encre seule reste ainsi adhérente au verre; on finit en recouvrant d'un vernis léger.

La décalcomanie, souvent employée pour faire les vues de lanterne magique, n'est pas autre chose qu'une variété des reports.

34. Tableaux mouvementés. — Ces divers moyens de dessiner et de peindre permettent d'obtenir des tableaux mouvementés, qui font une gracieuse diversion au milieu des vues immobilisées par la Photographie. Nous avons traité

dans un livre spécial les diverses formes des tableaux mouvementés (¹), nous nous contenterons ici de rappeler les principales.

1° *Les tableaux à tiroir*, dont les figures ci-dessous

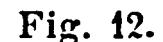


Fig. 12.

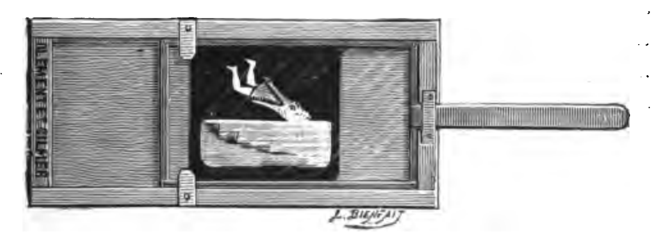


Tableau à tiroir monté.

(*fig.* 12 et 13) donnent la composition, comprennent un verre fixe enchâssé dans une montnre en bois et sur lequel on peint une partie du sujet et un verre mobile glissant à la

Fig. 13.

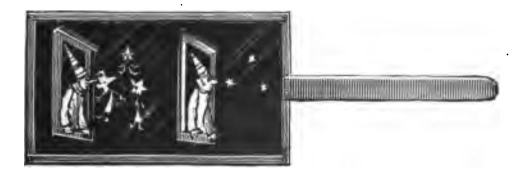


Tableau à tiroir, — verre mobile.

façon d'un tiroir et portant le complément du sujet : tel cet

(¹) FOURTIER (H.), *Les tableaux de projections mouvementés*. Étude des tableaux mouvementés; leur confection par les méthodes photographiques. Montage des mécanismes. In-18 jésus, avec 42 figures; 1893 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

astrologue qui contemple les étoiles, dont l'une, lorsqu'on agit sur le tiroir, vient lui mordre le nez.

Cette forme de mécanisme peut se prêter à de multiples combinaisons : nous citerons en particulier les défilés, processions, bateaux que l'on peut faire avancer dans un décor approprié. D'autres comportent un sujet en diverses attitudes, et le tiroir est muni de caches au vernis ou au papier noir qui obturent successivement les mouvements des personnages et leur donnent une sorte de vie.

2° *Les tableaux à levier* sont constitués à peu près de

Fig. 14.



Tableau à levier.

même. Une partie du sujet est peinte sur un verre enchâssé dans une monture de bois; l'autre partie, celle qui doit être mise en mouvement, est peinte sur un disque manœuvré par un levier. Dans la figure ci-dessus (*fig.* 14), le buste du soldat tenant un balai est peint sur le verre mobile ; en imprimant au levier un mouvement alternatif, le soldat semble balayer la cour.

3° *Les tableaux à engrenage* sont de même nature : tel ce moulin (*fig.* 15) dont la tourelle et le paysage environnant sont peints sur un verre fixe et dont les ailes sont seules dessinées sur un disque de verre monté sur un poulie dentée sur son pourtour. Un petit pignon à manivelle en-

grène avec cette roue qui tourne lorsqu'on agit sur la manivelle.

Tels sont, en leurs grandes lignes, les principaux tableaux

Fig. 15.



Tableau à engrenage.

mouvementés qui se prêtent à de multiples combinaisons, soit qu'on cherche des effets comiques ou qu'on veuille,

Fig. 16.

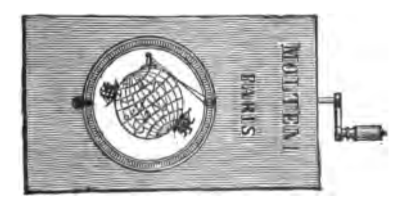


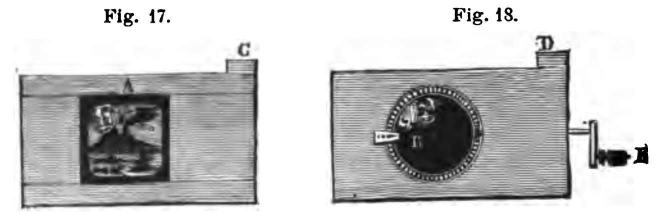
Tableau de cosmographie mécanisé.

comme dans la *fig.* 16, les faire servir à des démonstrations scientifiques.

35. Tableaux doubles. — Lorsqu'on emploie des lanternes à deux ou plusieurs têtes, on produit avec les tableaux mécanisés des effets très complets. Pendant qu'une des têtes

projette un tableau immobile, tel que A (*fig.* 17), représentant le Vésuve en éruption, la seconde tête projette un tableau mécanisé (*fig.* 18) où sont peintes en réserve les

Fig. 17. Fig. 18.

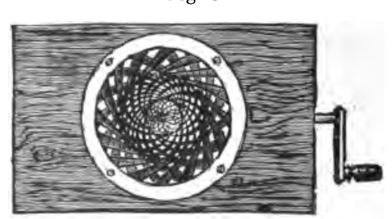


Tableaux doubles.

flammes du volcan. Grâce à une combinaison à engrenage, les volutes de fumée et de flammes sont parfaitement imitées, et la scène prend un caractère de vérité incomparable, si le dessin a été bien exécuté et convenablement agencé.

36. Chromatropes. — Les chromatropes ou rosaces tournantes sont des tableaux mécanisés tout spéciaux,

Fig. 19.



Chromatrope.

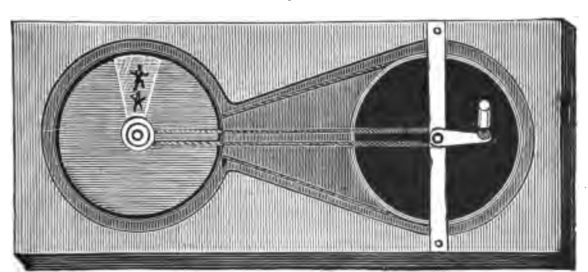
produisant de très curieux effets de colorations. Ils se composent de disques peints suivant des rayons plus ou moins contournés. Deux disques semblables sont assem-



blés face à face et par suite symétriquement, dans des poulies dentées sur leur circonférence et mues par un pignon intermédiaire à manivelle. Il résulte de cette disposition qu'en agissant sur la manivelle les deux disques tournent en sens inverse et le croisement des rayons produit en projection l'effet de rosaces lumineuses (*fig.* 19) qui s'épanouissent ou se contractent suivant le sens du mouvement. Les chromatropes ont de nombreuses variantes, connues sous les noms d'eidotropes, chromascopes, etc. ([1]).

37. Les phénakisticopes. — Une autre série d'appareils a été créée pour la projection du mouvement; les uns, tels

Fig. 20.



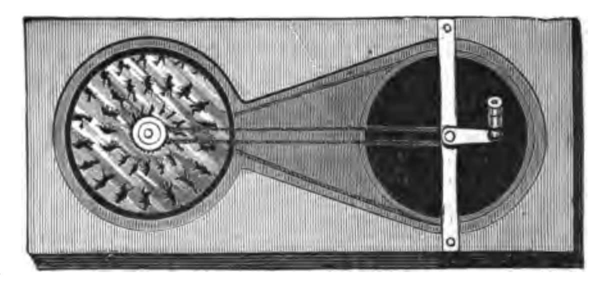
Le phénakisticope de projection (immobile).

que le phénakisticope (*fig.* 20) ou roue de vie (*Wheel of life*), se composent d'un disque tournant, sur lequel est dessinée la suite des poses d'un personnage dans un acte quelconque de la vie; en avant, et tournant en sens inverse d'un mouvement plus rapide, est un second disque opaque, percé d'une fenêtre : à la projection, cet appareil montre une série de

(1) *Voir* au Chapitre VIII des *projections mouvementées*.

personnages (*fig.* 21) disposés suivant les rayons et accomplissant tous le même mouvement. Cette disposition, très

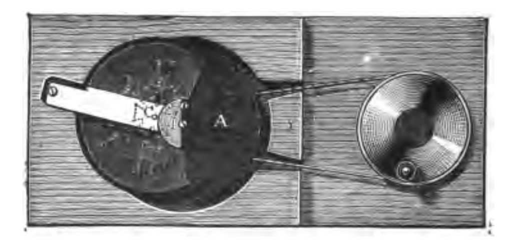
Fig. 21.



Le phénakisticope de projection.

curieuse peut-être pour montrer la persistance de la vision, ne donne pas un résultat parfait. On a donc cherché à isoler un seul personnage et de nombreux appareils ont été

Fig. 22.



Choreutoscope tournant de projections.

successivement inventés, tels que le Choreutoscope à bandes et le Choreutoscope tournant (*fig.*22), enfin le Praxinoscope Reynaud, qui a été le point de départ d'un très intéressant

appareil, le théâtre optique, dans lequel toute une scène mouvementée est projetée dans un décor approprié (1).

38. Tableaux mécaniques. — Cette reproduction du mouvement a été encore résolue à l'aide des tableaux mécaniques dans lesquels un petit personnage en métal léger ou en gélatine colorée est mécanisé à la façon des ombres chinoises et exécute divers mouvements à l'aide d'un méca-


Fig. 23.



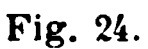
Tableau mécanique.

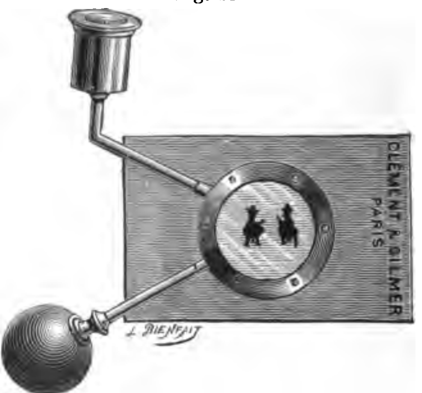
nisme très simple; tel, par exemple, le singe acrobate représenté dans la *fig.* 23 et dont le mécanisme s'explique parfaitement par la seule inspection du dessin. Robertson, dans sa danse des sorciers, avait déjà usé de pareils tableaux et cite entre autres un squelette mécanisé découpé dans de la corne transparente.

39. Tableaux hydrauliques. — Il existe enfin une autre classe de tableaux à mouvement, consistant en une petite cuve en verre très plate, qui est mise dans les glissières de

(1) *Voir* le livre des *Tableaux mouvementés.*

la lanterne pleine d'eau et contient quelques insectes aquatiques : incommodés par la chaleur du foyer lumineux, les petites bêtes s'agitent désespérément, produisant sur l'écran de fantastiques ombres chinoises. Sous le nom de *Dance of the witches*, Danse des Sorcières, on trouve en Angleterre une cuve hermétiquement close contenue dans une monture en bois et communiquant, d'une part, avec un réservoir supé-


Fig. 24.



La Danse des Sorcières.

rieur et, de l'autre, avec une boule en caoutchouc. Sur un des verres, extérieurement, est peint le chaudron cabalistique, et dans la cuve exactement remplie d'eau flottent de petites figurines coloriées, en corne. En pressant sur la poire en caoutchouc, on détermine, dans l'eau, des remous qui font tourbillonner les sorcières : de nombreuses variantes ont été apportées à cet appareil.

CHAPITRE IV.

LES CHASSIS PASSE-VUES.

Les châssis passe-vues. — Le châssis simple. — Châssis doubles. — Le Presto. — Châssis Donnadieu. — Châssis à centrage automatique. — Lanternes à châssis mécanisés. — La Métamorphose. — Centrage des châssis.

40. Les châssis passe-vues. — Les tableaux photographiques, pour être placés devant le condensateur, doivent être insérés dans une monture en bois qu'on nomme châssis passe-vues. Le nombre des modèles de châssis est considérable et il ne peut entrer dans notre cadre de les décrire tous; nous indiquerons seulement les types principaux se recommandant surtout par leur facilité d'emploi.

41. Le châssis simple. — Le châssis simple se compose d'un cadre de bois, dont un des petits côtés peut se retirer pour l'introduction de la vue; celle-ci se glisse dans une rainure pratiquée sur tout le pourtour intérieur du cadre, et on l'assujettit en replaçant le côté mobile. Ce modèle a le grand inconvénient d'être assez long à charger et à décharger, mais il sera utilisé pour le montage des vues, pour les doubles effets, etc., dont il servira à assurer le centrage.

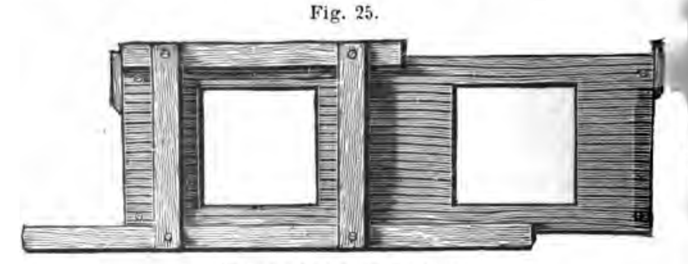
La *fig.* 17 nous montre l'emploi d'un de ces châssis.

42. Châssis doubles. — Les châssis doubles ou à glissières sont d'un maniement beaucoup plus commode et plus rapide. La *fig.* 25 représente le modèle le plus courant.

Il se compose d'une monture en bois dans laquelle coulisse le châssis double percé de deux fenêtres et dont la course est limitée par des taquets. Les vues s'introduisent par une fente pratiquée sur le dessus des fenêtres.

On a présenté plusieurs variétés de ce premier type, et

Fig. 25.



Châssis double à glissières.

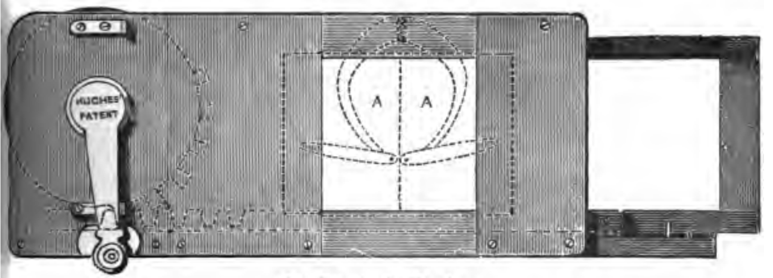
l'une des plus heureuses est la suivante : le fond de l'alvéole destinée à contenir la vue est mobile et actionné par un levier ; celui-ci, dans le mouvement de va-et-vient du châssis, soulève le fond mobile dès que l'ouverture a été dégagée de la monture fixe ; il en résulte que la vue est soulevée et dépasse les bords du cadre, ce qui facilite beaucoup son extraction. Lorsque le châssis est chargé et qu'on le pousse à fond, le levier rentrant dans une encoche laisse redescendre le faux fond et avec lui la vue, qui peut pénétrer dès lors dans la monture fixe.

Lorsqu'on doit passer un grand nombre de vues, et cela rapidement, on emploie des châssis à multiples ouvertures, glissant dans une monture fixe ; si l'on a plusieurs châssis

semblables, il suffit de les pousser en avant chaque fois qu'un changement de tableau doit avoir lieu.

Sous le nom de *the Presto*, Hughes a fait breveter un très ingénieux modèle de châssis (*fig.* 26) : il se compose d'une monture fixe et d'un double châssis mis en mouvement par une roue dentée. Cette roue actionne en même temps,

Fig. 26.



Le Presto de Hughes.

par une série de leviers, un double volet en ébonite : dès qu'on commence à agir sur la manivelle pour lui faire faire un demi-tour, limité par deux butées, les deux volets se referment et la vue est rapidement changée ; à ce moment, les volets se rouvrent. Non seulement le changement se fait avec une grande vitesse, mais l'obturation par les volets a empêché le spectateur de voir la substitution des deux images, ce qui produit un effet des plus curieux. Ce châssis n'est à employer, bien entendu, qu'avec les lanternes simples.

M. Donnadieu a trouvé une forme assez pratique de châssis passe-vues. Une longue planchette de bois mince est percée d'une ouverture égale à la cache des tableaux; ceux-ci glissent dans deux rainures pratiquées sur les

grands côtés de la planchette et s'introduisent par une fente supérieure comme dans le modèle de la *fig.* 25. Dès que la vue a été insérée dans le châssis, à l'aide d'un petit volet de bois, glissant dans les rainures, on la pousse devant l'ouverture; un taquet à vis de réglage limite la poussée du volet et assure par suite le centrage de la vue en face de la fenêtre. La première vue placée, on retire le volet en arrière et l'on insère la seconde vue; la substitution des deux tableaux se fera de nouveau en poussant le volet et la première vue, chassée par la seconde, viendra se loger dans le prolongement des rainures d'où l'on pourra la retirer. La manœuvre, comme on le voit, est des plus simples. Ce châssis a été copié avec quelques modifications en Angleterre.

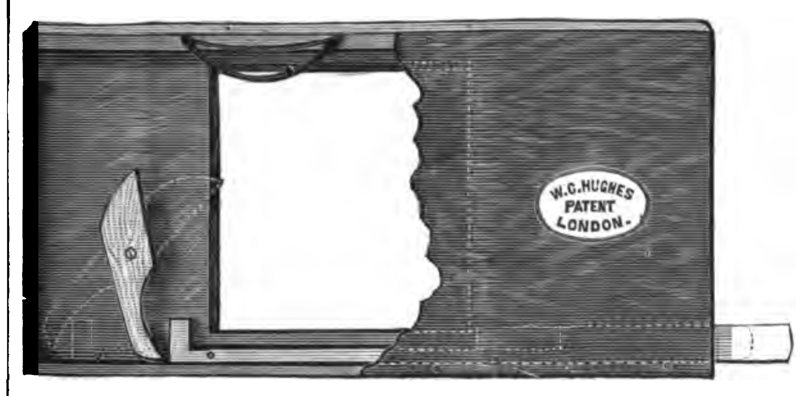
Pumphrey, sous le nom de *the Facile*, a construit un appareil du même genre, dans lequel les vues se poussent mutuellement; leur entraînement se fait à l'aide d'une courroie sans fin sur laquelle elles reposent et actionnée par une manivelle.

43. Châssis à centrage automatique. — Dans tous les châssis qui précèdent, il est indispensable que les tableaux aient tous les mêmes dimensions extérieures, aussi a-t-on cherché à construire des châssis centrant automatiquement les vues, quelles que soient leurs dimensions.

Hughes a inventé dans ce sens l'*Automatique* (*fig.* 27); il se compose d'une monture ordinaire; dans la partie inférieure glisse une languette de bois munie de deux talons entre lesquels se place la vue; lorsqu'on pousse la languette, sa tête vient buter sur un petit levier qui repousse le tableau et le force à appuyer sur le talon d'arrière; finalement, l'ensemble se coince de telle sorte que la vue se place exactement devant l'ouverture du châssis.

Sous le nom de châssis panoramique, on a aussi construit

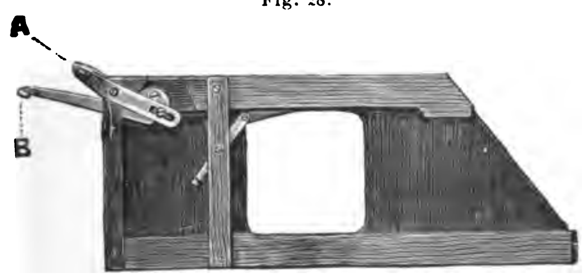
Fig. 27.



Le châssis à centrage automatique.

le modèle représenté par la *fig.* 28. On introduit la vue à moitié et l'on achève de la pousser en pressant sur le levier A

Fig. 28.



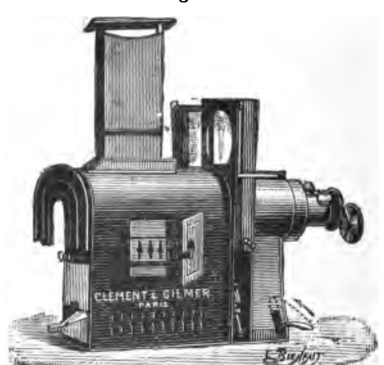
Châssis panoramique.

qui centre aussitôt ce tableau, quelle que soit sa dimension, à l'aide du levier B. On lâche le levier A et l'on introduit une

seconde vue qui se substituera à la première en la poussant vers le pan coupé dès qu'on pressera en A; mais, la première vue s'arc-boutant à sa place, il sera impossible d'introduire une troisième vue tant que la première n'aura pas été enlevée : de cette façon, on évite les fausses manœuvres et jamais il ne peut arriver l'accident, fréquent désespoir des projectionnistes, de voir l'écran blanc.

44. Lanternes à châssis mécanisés. — On a tenté de réaliser cette rapide substitution des vues les unes aux

Fig. 29.



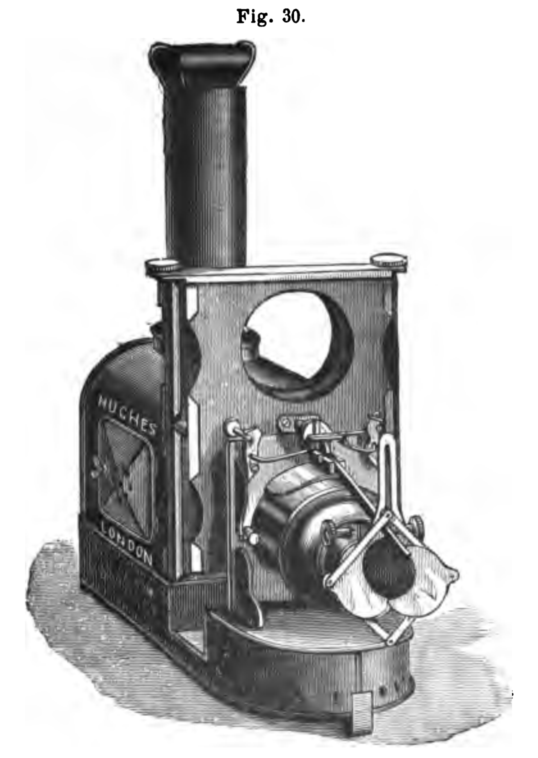
La Métamorphose.

autres par un mécanisme attenant à la lanterne même. C'est ainsi que nous trouvons en France un modèle construit par la maison Clément et Gilmer, sous le nom de *la Métamorphose* (*fig.* 29).

La glissière porte-châssis est double et peut, par suite, recevoir deux châssis superposés; cette glissière peut se mouvoir d'un brusque mouvement de haut en bas, ou réci-

proquement, en agissant sur un levier placé à l'avant de la lanterne ; on conçoit que, grâce à ce système, on peut garnir

Fig. 30.



Lanterne à substitution de Hughes.

la glissière en dehors du condensateur d'un tableau quel qu'il soit, vue encadrée, chromatrope, etc., et le faire apparaître subitement à la place du premier tableau projeté, d'où le nom de l'appareil.

Il a été construit de nombreuses variétés d'appareils de ce genre. Nous signalerons, entre autres, celui de Hughes, qui présente une disposition assez originale. Cette lanterne (*fig.* 30) est appelée, d'après son système, *the Circulatory, Pamphengos*. Une glissière porte-châssis double est montée sur un axe en avant du condensateur. Cet axe porte sur son prolongement une double came qui agit par un levier sur un œil-de-chat monté sur un parallélogramme articulé. La vue à présenter est mise dans la glissière supérieure et, en appuyant sur le côté de celle-ci, on la fait tourner pour l'amener devant le condensateur; dès que le mouvement commence, l'œil-de-chat se referme; aussitôt que la rotation est achevée, le châssis est fixé solidement à sa place par deux ressorts et l'œil-de-chat se rouvre. Diverses dispositions accessoires, sur lesquelles il n'est pas utile d'insister, servent à assujettir les vues, quelles que soient leurs dimensions. Grâce à ce dispositif, le spectateur ne voit pas s'effectuer le changement des tableaux, et celui-ci semble se produire par une sorte d'effet de dissolwing; la manœuvre est à la fois très simple et très rapide.

Enfin, nous citerons pour mémoire un autre appareil baptisé du nom un peu barbare de *Terpuescope*, qui a eu du succès en Angleterre. Les vues se placent sous l'objectif, qui est assez surélevé, et sont remontées à l'aide d'une crémaillère qui agit en même temps sur un rideau opaque, de telle sorte que le spectateur semble voir tomber un rideau noir sur chaque vue, qui, en se relevant, laisse paraître une autre vue. Nous avons essayé cet appareil qui, à notre avis, ne donne qu'un effet monotone et désagréable.

45. Centrage des châssis. — Quel que soit le modèle des châssis adoptés, on doit les centrer à l'avance, c'est-à-dire

ssurer leur mise en place de telle sorte que l'ouverture arrée soit exactement inscrite dans le cercle du condenateur. La plupart du temps, on est obligé de les surélever our les centrer en hauteur, ce qui se fait aisément en colant sous la tranche inférieure une languette de bois l'épaisseur convenable. Ce premier centrage obtenu, on les règle en largeur en collant sur le côté un taquet de bois en saillie qui viendra butter contre la partie fixe des glissières de la lanterne lorsqu'on poussera le châssis à fond. Quand on emploie les châssis doubles, il est même bon d'assurer la fixité de la monture en plaçant de part et d'autre un taquet. On évite ainsi ces balancements disgracieux du tableau, qui se produisent toujours lorsque la monture manque de fixité.

Le centrage des châssis est absolument indispensable lorsqu'on se sert d'un appareil double, sinon il serait impossible d'arriver à la juxtaposition exacte des deux tableaux, condition essentielle lorsqu'on fait agir les deux têtes en même temps. Il est d'autre part nécessaire d'affecter toujours le même châssis à la même tête, car il est peu probable que les deux glissières soient exactement semblables, et, pour éviter toute erreur, on les numérote d'une façon bien apparente.

CHAPITRE V.

LES ACCESSOIRES.

Importance des accessoires. — Les supports d'appareils. — Lampes de conférencier. — Boîte à outils. — Raccords et prises de gaz.

46. Importance des accessoires. — Les accessoires ont une importance plus grande qu'on ne croit communément : il ne faut pas qu'au cours d'une séance l'oubli d'un petit outil, ou l'emploi d'un accessoire de fortune en vienne compromettre le succès. Nous examinerons dans ce Chapitre les principaux accessoires nécessaires.

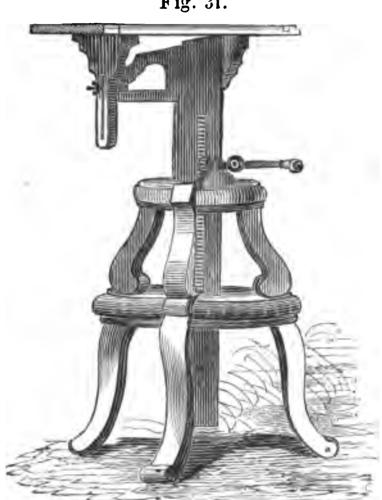
47. Les supports d'appareils. — La lanterne de projection doit être surélevée de manière que l'axe du faisceau lumineux passe par le centre de l'écran. Trop souvent on se contente de poser la lanterne sur une table quelconque, en la haussant au besoin avec de petites caisses ou des livres : c'est là une très mauvaise méthode; on doit employer un support fixe auquel la lanterne sera solidement reliée.

On a conseillé l'emploi de supports à quatre pieds de forme pyramidale, mais ce dispositif est surtout utile pour la fantasmagorie et, dans ce cas, les pieds portent des roulettes, qui permettent de reculer ou d'avancer facilement l'appareil au gré de l'opérateur.

Le meilleur support est constitué par un fort pied d'ate-

lier à crémaillère (*fig.* 31) comme ceux qu'on emploie en Photographie. Grâce à la planchette basculante, il sera toujours possible d'établir la lanterne horizontalement, et, par la crémaillère, on réglera la hauteur du faisceau.

Fig. 31.



Pied de lanterne à crémaillère.

Il sera bon d'aménager la plate-forme médiane, de manière à pouvoir y déposer les boîtes de vues.

Nous réprouvons absolument l'emploi des trépieds, quelque solides qu'ils soient, parce que le plus léger choc peut suffire à faire basculer l'ensemble, fortement chargé sur le dessus.

48. Lampe de conférencier. — Un autre accessoire très utile est la lampe de conférencier (*fig.* 32), qui servira soit

à l'orateur pour lire ou consulter ses notes, soit à l'opérateur pour reconnaître le sens de ses tableaux et vérifier leur ordre. On a construit de nombreux modèles dans ce genre; ils se réduisent tous à une petite lampe exactement close, sauf sur un côté qui est muni d'un abat-jour mobile; de cette façon, la lumière est rejetée sur la table seule du

Fig. 32.

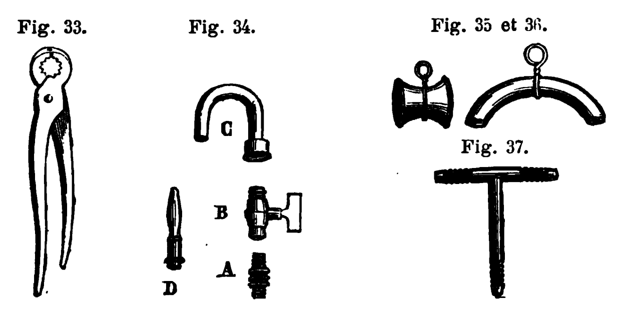


Lampe de conférencier.

lecteur et ne nuit pas à l'effet des projections. A ces lampes est adjoint un petit timbre destiné à prévenir l'opérateur quand il sera utile de changer la vue; mais ce timbre a l'inconvénient de produire, au cours de la conférence, un bruit désagréable, et la plupart du temps on préfère se servir d'un signal silencieux. A cet effet, la lanterne porte à hauteur de la flamme et sur sa face opaque un petit œilleton muni d'une petite vitre rouge contre laquelle se meut un obturateur à levier. Lorsqu'il est utile de changer la vue, l'orateur découvre l'œilleton et l'opérateur est ainsi prévenu par le rayon rouge. Ce mode d'avertissement, qu'on appelle le *signal optique*, est des plus pratiques. Notons enfin que

toutes ces lampes sont munies d'un accessoire indispensable : un petit tiroir pour les allumettes, de manière à éviter l'accident connu du singe de Florian.

49. Boîte d'outils. — Il est enfin un dernier accessoire qu'il importe absolument de ne pas négliger : nous voulons parler de la boîte d'outils ; on en comprend surtout l'utilité



Accessoires divers.

33, pince de gazier. — 34, raccords divers. — 35 et 36, supports à tube. 37, tube de bifurcation.

lorsqu'on a été appelé à donner une séance dans un local autre que celui où l'on a l'habitude d'opérer.

Outre le marteau, les tenailles, vrilles, pointes de diverses grandeurs, clous et vis à crochets, la boîte doit contenir une petite pince de gazier (*fig.* 33) pour dévisser les becs de conduite ; ajoutez à cela une série de *prises de gaz,* de manière à répondre à tous les cas de la pratique.

On sait que les pas de vis des appareils à gaz ont une grandeur de filets constante ; mais la conduite peut être terminée soit par un ajustage fileté, ce que les gaziers appellent le *bout mâle*, soit par un ajustage taraudé, en creux, appelé le *bout femelle.* Dans le premier cas, on visse direc-

tement l'olive D (*fig.* 34), ou la jonction courbe C, suivant que la canalisation devra être montante ou descendante; ces pièces sont munies, en effet, de bouts femelles; sinon, on ajuste sur la conduite le raccord A qui est une petite pièce tubulaire munie d'un côté d'un bout femelle, de l'autre d'un bout mâle. On peut aussi employer le raccord à robinet B constitué de la même manière, mais portant un robinet qui servira soit à régler l'arrivée du gaz, soit à l'interrompre.

Lorsque les conduites de caoutchouc sont un peu longues ou doivent suivre des directions coudées, il y aurait à craindre qu'il ne se produise des plis qui, arrêteraient l'arrivée du gaz; dans ce cas, on soutient le tube avec des supports anneaux droits ou arrondis, suivant le cas (*fig.* 35, 36). Si le tuyau de gaz doit bifurquer, on emploie des tubes en T ou en Y (*fig.* 37).

Dans cette caisse d'outils devront se trouver une petite pince en bois, pour le maniement des bâtons de chaux, et une râpe queue-de-rat pour déboucher leur canal central. Il convient enfin d'ajouter du gros fil, de la ficelle, etc. : on constitue ainsi un petit nécessaire dans lequel chaque objet a sa place marquée, très utile précaution pour savoir d'un coup d'œil si l'on n'a rien oublié au départ, ou en remballant son matériel.

C'est de ces petites choses, bien souvent, que dépend la bonne réussite d'une séance de projection.

CHAPITRE VI.

LE RÉGLAGE DE LA LUMIÈRE ET LES EFFETS FONDANTS.

Le réglage de la lumière. — Le centrage de la lampe. — Réglage des lampes à pétrole. — Réglage des becs oxyhydriques. — Réglage des lampes électriques. — Effets fondants. — Règles générales. — Montage des robinets fondants. — Réglage du robinet fondant. — Réglage des lanternes doubles. — Robinets pour lanternes triples. — Effets fondants avec une lanterne simple.

50. Le réglage de la lumière. — L'intensité et la valeur des images projetées dépendent essentiellement du bon réglage de la lumière, et tel appareil, qui peut fournir de très belles projections, ne donnera dans des mains non exercées qu'un médiocre résultat. Le réglage de la lumière comprend deux opérations distinctes : 1° la mise en place exacte du foyer lumineux, c'est ce qu'on nomme le *centrage*; 2° le réglage proprement dit, dont le but est de faire donner au foyer lumineux son maximum de puissance, c'est-à-dire le faire brûler à blanc.

Pour assurer ce double réglage, on doit procéder, pratiquement, de la façon suivante. La source lumineuse est introduite dans la lanterne et allumée de manière à fournir une bonne lumière. On introduit dans les glissières un tableau et l'on fait une rapide mise au point sur l'écran; on règle en ce moment la grandeur que devra avoir la projection en avançant ou en reculant la lanterne (*voir* tome I, **10** et **11**). On retire alors le châssis de façon à projeter

le disque entier de lumière, et, dès lors, c'est sur les divers aspects que prendra ce disque qu'on juge des modifications à apporter au centrage et au réglage. Cette manière de procéder présente de nombreux avantages : d'abord, on évite ainsi les colorations parasites pouvant provenir du condensateur, qui n'est généralement pas achromatisé ; d'un autre côté, il est moins fatigant pour la vue de suivre l'augmentation de lumière sur l'écran, que de regarder directement la source. Les moindres accroissements de lumière sont accusés sur l'écran, tandis que l'œil, ébloui par la concentration des rayons fournis par la lampe, n'est plus apte à en saisir les variations.

Cette méthode générale exposée, examinons en détail les deux opérations qui constituent le réglage de la lumière.

51. Le centrage de la lampe. — Nous avons dit, dans le tome I (**18**), que la source lumineuse doit être exactement au foyer du condensateur, nous allons montrer qu'on arrive très facilement à ce centrage en suivant sur l'écran les colorations que peut prendre le disque projeté.

La *fig.* 38, dressée par M. Molteni, résume les différents cas qui peuvent se produire. Le centrage peut varier suivant trois directions : profondeur, largeur et hauteur.

1° *Profondeur.* — Le foyer lumineux étant bien placé dans l'axe optique du condensateur produit un disque uniformément éclairé (A) lorsqu'il est exactement au foyer. S'il est compris entre le foyer et le condensateur, le disque présente une partie centrale bien éclairée (B), frangée d'une lueur *bleuâtre* d'autant plus large que la lampe est plus près du condensateur. Si la lampe est au delà du foyer, l'apparence est la même, mais la frange est colorée en rouge.

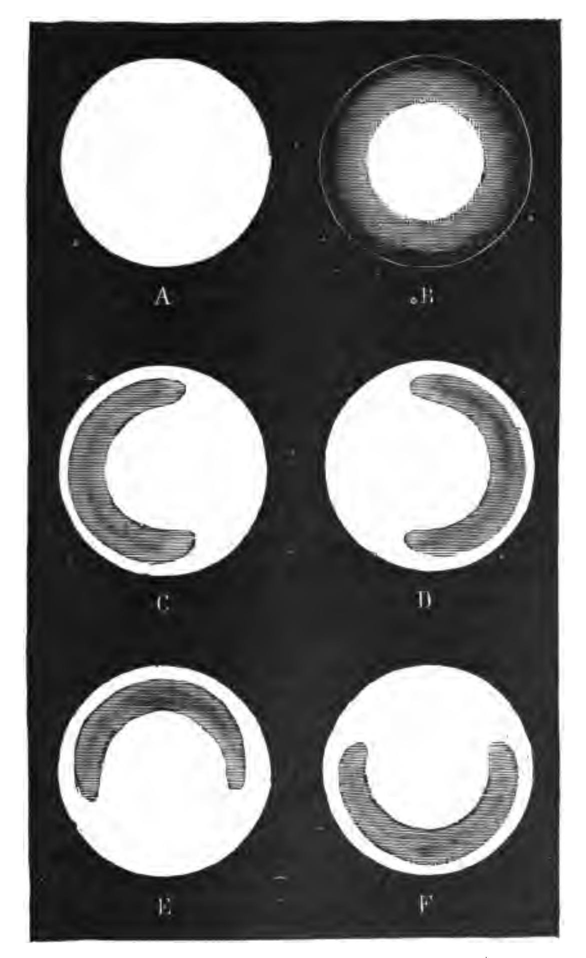


Fig. 38. — Centrage du point lumineux.

DIFFÉRENTS ASPECTS DU DISQUE :

A. Centrage parfait.
B. Centrage exact en hauteur, défectueux en profondeur.
C. Centrage trop à gauche.
D. Centrage trop à droite.
E. Centrage trop haut.
F. Centrage trop bas.

La coloration des diverses bandes indique la correction à faire : si elles sont bleues, le foyer est trop près du condensateur; si elles sont rouges, il est trop éloigné.

2° *Largeur.* — La lampe peut être déviée à droite ou à gauche; dans ce cas, il se forme toujours, du côté où elle appuie, une demi-frange, représentée par les *fig.* C et D, colorée en bleu ou en rouge si le centrage en profondeur est inexact, sinon en gris.

3° *Hauteur.* — La frange se transporte en haut ou en bas du disque (E et F) si la lampe est trop haute ou trop basse.

On voit donc que l'aspect seul du disque indique nettement la correction à faire subir au placement de la lampe, et cette correction est d'autant plus délicate que la source lumineuse est plus réduite en volume.

Les constructeurs ont employé, dans les appareils soignés, des systèmes de vis de rappel et de crémaillère qui servent à faciliter le centrage des lampes, et dans le détail desquels il ne nous paraît pas utile d'entrer.

Le centrage obtenu, il s'agit de procéder au réglage de la lumière : ce réglage dépend beaucoup des sources lumineuses employées. Nous dirons quelques mots de chacune d'elle.

52. Réglage des lampes à pétrole. — Nous avons décrit, dans le tome I, les lampes à pétrole, montré leurs avantages et leurs inconvénients, nous donnerons ici les règles pour assurer leur parfaite combustion.

Les mèches doivent être coupées très nettement, on leur donne une forme légèrement arrondie en coupant les angles; les grilles sont soigneusement essuyées pour faciliter l'entrée de l'air. On allume la lampe un quart d'heure au moins avant de s'en servir et on la maintient à petite flamme. Cette manière d'opérer présente plusieurs avantages : la lampe s'échauffe graduellement, ce qui détermine et régu-

larise le tirage; d'autre part, les traces d'huile qui auraient pu rester après l'essuyage sont évaporées, et, comme il se dégage alors des vapeurs très âcres, il est de bonne pratique de faire cet allumage dans une pièce autre que celle où doivent s'exécuter les projections.

La lampe bien allumée est mise en place et centrée; d'ordinaire le constructeur a assuré le centrage en largeur et hauteur, il suffit donc de vérifier la mise en place en profondeur.

On monte lentement les mèches jusqu'à ce qu'elles brûlent à blanc; la flamme doit être à bords très nets et tranquille; une flamme qui sautille indique une ventilation insuffisante; on active, dans ce cas, le tirage soit en allongeant la cheminée ou en agissant suivant le modèle sur le registre; si les mèches sont mal coupées, la flamme est à bords dentelés rougeâtres et la lampe ne tarde pas à fumer.

Lorsque la séance se prolonge, il est utile de vérifier de temps en temps l'état de la lampe; l'air de la salle s'échauffe et se vicie par la respiration des spectateurs, le tirage est de plus en plus insuffisant et la lampe se met à fumer sans que, par une sorte d'accoutumance, on s'aperçoive de la production de vapeurs noires et d'odeur repoussante : il y a donc lieu, lorsqu'on emploie cet éclairage, d'apporter une attention soutenue à la marche de la lampe.

53. Réglage des becs oxyhydriques. — Nous avons déjà donné, dans le tome I (**111**), les indications générales sur le réglage des chalumeaux, nous ajouterons ici quelques remarques de détail.

Après avoir ouvert le robinet d'hydrogène ou de gaz d'éclairage, on l'allume et l'on ouvre peu à peu le robinet d'oxygène : la flamme aussitôt perd de son pouvoir éclai-

rant et se couche sur le trajet de l'oxygène; au centre de la flamme, on aperçoit comme une sorte de tube de couleur bleuâtre qui s'effile en pointe. C'est dans cette pointe que le mélange enflammé atteint la température la plus haute, c'est là que doit être placé le bâton de chaux. Une fois le point lumineux formé, en manœuvrant les robinets du chalumeau, on fait monter la lumière en les ouvrant peu à peu et alternativement. On doit commençer toujours par le gaz combustible. Dès qu'on voit que, par cette manœuvre, on a atteint le point maximum, on s'arrête ([1]), et il est bon de n'avoir pas ouvert en ce moment les deux robinets en grand, de manière à se réserver au besoin, pour la fin de la séance, le moyen de faire remonter la lumière, alors que la pression diminuera dans le sac ou le tube d'oxygène.

Lorsqu'en opérant ce réglage on s'aperçoit que le chalumeau siffle, c'est qu'il y a excès de pression du côté de l'oxygène, ce n'est point sur le robinet du chalumeau qu'il faut agir, on diminuerait la lumière, mais sur les robinets placés sur le trajet du gaz oxygène; on *coupe* ainsi la pression sans diminuer le débit du chalumeau et le sifflement cesse aussitôt. Cependant, si l'oxygène contient une certaine proportion d'air, le chalumeau fait entendre un sifflement particulier plus aigu et qu'il est très facile de distinguer du sifflement par excès de pression.

Au cours de la séance, il est utile de faire tourner de temps en temps le crayon sur son axe, car la pression des gaz enflammés détermine peu à peu, dans la chaux, une petite excavation qui pourrait amener le bris du condensa-

---

([1]) Il arrive, en effet, qu'à partir d'un certain moment la lumière ne croit plus avec l'ouverture des robinets; il est utile alors de les refermer doucement jusqu'au point strictement utile, de manière à ne pas gaspiller le gaz.

teur; en effet, le jet de flamme subit une sorte de réflexion dans cette cuvette et revient sur le condensateur, qu'il peut échauffer outre mesure. D'un autre côté, la formation de cette excavation est suivie d'un abaissement notable de lumière.

54. Réglage des lampes électriques. — Nous n'aurons que peu de chose à dire sur le réglage des lampes électriques : nous avons déjà indiqué qu'elles doivent être à point fixe. Afin de rejeter toute la lumière sur le condensateur, on a soin d'excentrer le charbon supérieur en avant; il en résulte que le charbon inférieur se creuse sur un des côtés et forme un cratère éblouissant qui rejette toute la lumière en avant.

Les lampes à incandescence sont réglées et centrées comme les lampes ordinaires, et il est bon de leur adjoindre un réflecteur; en raison de leur petit volume et de leur peu d'échauffement, on emploiera de préférence un réflecteur parabolique, calculé de manière à encapuchonner complètement la lampe.

55. Effets fondants. Règles générales. — Nous avons déjà expliqué (tome I, **35**) ce qu'on entendait par vues fondantes ou *dissolwing-views;* avant de parler du réglage des robinets, il sera bon de donner quelques indications générales sur la manière de présenter ces vues.

Les dissolwings sont destinés à produire deux sortes d'effets bien distincts : 1° substituer les vues les unes aux autres sans que l'écran cesse d'être éclairé; dans ce cas, la manœuvre du levier de l'œil-de-chat ou de la poignée du robinet fondant doit être faite avec une certaine rapidité, sinon cette succession de vues indécises, qui se remplacent

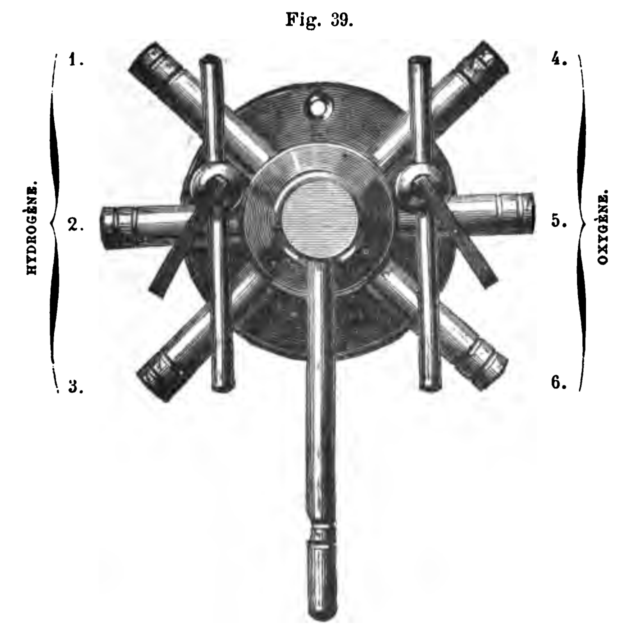
peu à peu, après avoir d'abord étonné le spectateur, le fatigue et l'énerve. D'autre part, il est à remarquer qu'avec le robinet fondant l'extinction du chalumeau ne se fait pas instantanément, le bâton de chaux émet pendant quelques instants une lueur rougeâtre qui suffit pour projeter sur la vue en pleine lumière une seconde image indécise, du plus désagréable effet. Pour l'éviter, nous recommandons de faire munir chaque tête d'objectif soit d'un obturateur tournant, soit d'un œil-de-chat.

2° Les dissolwings sont encore destinés à faire passer insensiblement d'un effet à un autre : si, par exemple, dans la lanterne n° 1, nous avons un paysage vu en été, et dans la lanterne n° 2, le même paysage en hiver, on fermera graduellement le robinet ou l'œil-de-chat, en augmentant peu à peu la rapidité jusqu'à ce qu'on ait la lumière égale dans chaque lanterne, et l'on achèvera le mouvement en accélérant jusqu'à complète ouverture de la seconde lanterne. De cette manière on obtiendra l'effet cherché, c'est-à-dire le passage d'une saison à l'autre d'une façon insensible, les lignes des deux tableaux se superposant et se complétant toujours. Mais il faut avoir soin de ne pas faire succéder plusieurs vues de ce genre, ce qui ne tarderait pas à amener la satiété.

56. Montage du robinet fondant. — Le robinet fondant ou robinet distributeur comporte six tubulures montées sur un même corps. Le boisseau n'est pas percé de part en part, mais porte latéralement une encoche de longueur telle que, lorsque le robinet est dans sa position médiane, l'encoche met en communication les trois tubulures ; dès qu'il est poussé à droite ou à gauche, il ne fait plus communiquer que deux tubulures.

Les trois tubulures d'un même côté servent à la distribution d'un seul gaz : les tubulures centrales 2 et 5 sont en communication avec les réservoirs des gaz. Si la tubulure 1 est reliée par des tubes de caoutchouc au chalumeau infé-

Fig. 39.

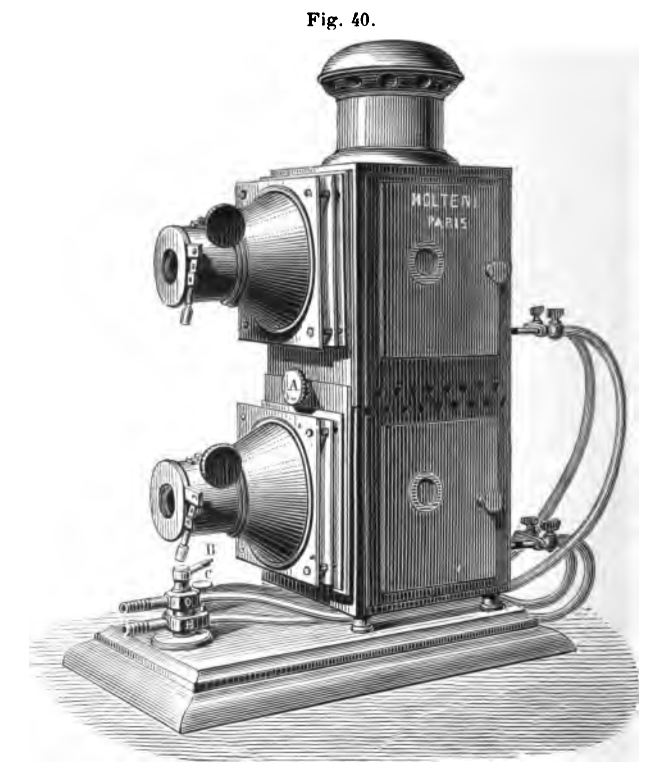


Robinet fondant.

rieur, la tubulure 6 sera reliée au même chalumeau, et les tubulures 3 et 4 au chalumeau supérieur. Le levier de manœuvre peut prendre trois positions : quand il est tourné à fond vers la gauche, il dessert entièrement le chalumeau inférieur; dans la position médiane, figurée ci-dessus (*fig.* 39), il dessert également les deux chalumeaux; poussé vers la

droite, il ne fournit plus que le deuxième chalumeau. Mais pour que ceux-ci puissent se rallumer instantanément par

Fig. 40.



Robinet fondant Molteni.

la seule manœuvre du robinet, il faut que, dans la lanterne non en service, le gaz brûle à l'état de veilleuse; pour arriver à ce résultat, on a réuni les deux tubulures extrêmes

de chaque côté (1 et 3, 4 et 6) par un petit tube portant un robinet intermédiaire : grâce à cette disposition, on peut toujours faire arriver du gaz à la seconde lanterne et en régler le débit par le robinet de manière à n'avoir qu'une petite flamme peu éclairante.

Il existe de nombreux modèles de robinets fondants, mais celui que nous venons de décrire et qui est connu en Angleterre sous le nom de *Star-sixway*, l'étoile à six branches, est un des plus commodes et des plus pratiques.

M. Molteni emploie un robinet fondant dans lequel les deux gaz sont distribués l'un au-dessus de l'autre, ainsi qu'on peut le voir dans la *fig.* 40. Les prises de gaz sont à l'avant, et le boisseau est percé de part en part pour aboutir à deux tubulures qui sont reliées avec l'un et l'autre chalumeau.

Quel que soit le modèle de robinet fondant employé, la meilleure place à lui donner est à l'avant de la lanterne, à portée de l'opérateur, qui pourra, sans se déranger, manœuvrer le robinet, les crémaillères de mise au point et les châssis passe-vues.

57. Réglage du robinet fondant. — La connexion des tubulures et des chalumeaux étant faite à l'aide de tubes en caoutchouc, ainsi que nous l'avons expliqué, et le robinet des deux réservoirs étant ouvert aux *trois quarts*, on ouvre à fond le robinet fondant vers la gauche et l'on allume le chalumeau inférieur [1], dont on règle la flamme, en agissant comme nous l'avons expliqué plus haut. Ce ré-

---

[1] Si l'on se sert de deux appareils posés côte à côte, le réglage est le même ainsi que la connexion des tubes ; le lecteur saura appliquer à ce cas le raisonnement que nous faisons pour une lanterne à deux têtes superposées.

glage fini, on ouvre vers la droite le robinet distributeur et l'on règle le chalumeau supérieur; mais en même temps, du côté de l'hydrogène, on ferme peu à peu le petit robinet de liaison, de manière à obtenir une petite flamme en veilleuse. On essaye à plusieurs reprises, en manœuvrant le robinet, si les deux chalumeaux fonctionnent bien et si même, en le tournant brusquement, on ne détermine pas l'extinction totale de l'un ou de l'autre. Il est inutile d'ouvrir le robinet intermédiaire du côté de l'oxygène.

On reconnaît enfin que le robinet est bien réglé par le constructeur lorsqu'il donne une égale lumière dans chaque lanterne, lorsque le levier est placé dans la position médiane; mais il est à noter que, si les deux lanternes doivent fonctionner simultanément pendant un certain laps de temps, il sera bon d'ouvrir les robinets d'entrée des gaz plus au grand, pour assurer un meilleur débit aux chalumeaux.

58. Réglage des lanternes doubles. — Il est enfin un dernier réglage à faire subir aux lanternes doubles; il s'agit, en effet, d'obtenir l'exacte superposition des deux vues : à cet effet, on met dans chaque tête un châssis garni d'un tableau et l'on met au point exactement chaque vue l'une après l'autre, on retire ces vues et l'on replace les châssis dans leur position initiale. Le robinet étant mis à la position médiane, il se forme sur l'écran deux carrés lumineux, qui doivent exactement se superposer sur leurs côtés verticaux, si le réglage des châssis a été bien fait comme nous l'avons expliqué au Chapitre I de ce volume. Il n'y a plus qu'à faire converger les deux faisceaux dans le sens vertical, ce qui s'obtient en agissant sur une vis centrale ou sur des boutons latéraux. La convergence des deux têtes est d'autant plus accentuée que la lanterne est plus rapprochée

de l'écran. Mais on conçoit qu'une convergence exagérée déforme les vues et qu'il y a une limite qu'il convient de ne pas franchir.

59. Robinets fondants pour lanterne triple. — Lorsqu'on emploie des lanternes triples, il y a lieu de se servir d'un robinet distributeur spécial ou d'accoupler deux robinets fondants comme celui que nous avons décrit. Dans ce dernier cas, le premier robinet dessert le chalumeau inférieur et les deux autres tubes se branchent sur les tubulures 2 et 5 du second distributeur, et celui-ci dessert à son tour les deux autres chalumeaux. On conçoit que les manœuvres des deux manettes pourront permettre dès lors l'accouplement des trois têtes de toutes les façons possibles.

60. Effets fondants avec une lanterne simple. — Les constructeurs ont recherché, à plusieurs reprises, à obtenir les effets fondants avec une lanterne à une seule tête : nous avons signalé plus haut la lanterne de Hughes, qui procède en se servant d'un œil-de-chat, manœuvré par le châssis lui-même.

M. Molteni a disposé sur la bonnette de l'objectif un disque de verre dépoli monté sur un obturateur à tourniquet; si l'on amène d'une main cet obturateur diaphane devant l'objectif et qu'après avoir changé rapidement la vue, à l'aide d'un châssis double, on découvre l'objectif, le spectateur voit la première vue s'obscurcir et, sans qu'il ait connaissance du mode de substitution employé, la seconde vue lui est présentée. Ce dispositif, inventé il y a déjà plusieurs années, a été proposé avec quelques modifications, il y a peu de temps, par Archer and Sons, comme une nouveauté.

Cette méthode ne remplit, comme on le comprend, que très imparfaitement le but cherché; il en est de même du châssis à glissière double à verre dépoli et autres dispositions semblables que nous ne citons que pour mémoire, sans en conseiller l'usage.

CHAPITRE VII.

LA SÉANCE DE PROJECTIONS.

Organisation de la séance. — Positions relatives de la lanterne et de l'écran. — Distance des spectateurs à l'écran. — Disposition de la salle : projections directes. — Projections par transparence. — Le conférencier. — L'opérateur. — Soins à donner au système optique.

61. Organisation de la séance. — Nous avons successivement exposé la construction des appareils, leur mode d'emploi, les divers accessoires qu'ils nécessitent; il s'agit maintenant de montrer comment tout ce matériel se met en œuvre et de donner les règles générales, qui devront présider à l'organisation d'une séance.

62. Positions relatives de l'écran et de la lanterne. — Une règle absolue, dont il importe de ne jamais se départir, est la suivante :

L'axe du cône lumineux doit arriver normalement sur l'écran et en son milieu.

En effet, dès que l'axe du cône arrive obliquement dans un sens quelconque, l'image se déforme dans le sens même de cette obliquité; si la lanterne se trouve au-dessous du plan horizontal passant par le centre de l'écran, on est obligé de relever l'avant de la lanterne pour amener le centre de l'image à coïncider avec le centre de l'écran, l'intersection du cône par le plan oblique de l'écran ne donne plus un

disque rond, mais une ellipse ayant un grand axe vertical, et le carré inscrit se transforme en un trapèze dont le petit côté est en bas et réciproquement. L'effet est d'autant plus marqué que le foyer est plus court.

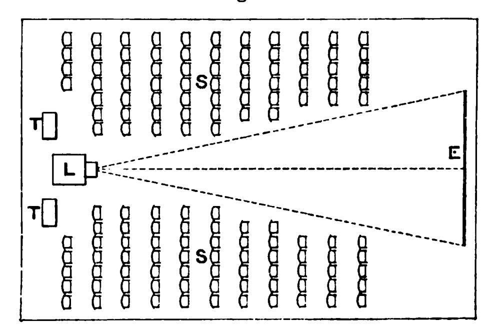
Il en est de même si la lanterne, étant à bonne hauteur, est déviée à droite ou à gauche du plan vertical passant par le centre de l'écran. Le disque se transforme en une ellipse au grand axe horizontal, et le carré inscrit devient un trapèze dont le petit côté est dans le sens où appuie la lanterne. Ce qui revient à dire, en somme, que le plan du tableau et de l'écran doivent être absolument parallèles, et qu'on ne peut centrer le tableau sur l'écran en penchant la lanterne avec des cales, comme nous l'avons vu faire souvent, mais en exhaussant l'appareil.

63. Distance des spectateurs à l'écran. — D'autre part, il importe que les spectateurs ne soient pas placés trop près de l'écran, sinon il ne leur est pas possible d'embrasser d'un seul coup d'œil le tableau, les lignes manquent de netteté et la perspective semble déformée. Pour bien juger un tableau, les artistes ont reconnu depuis longtemps qu'il fallait le regarder avec un certain *recul*, c'est-à-dire s'en éloigner à une distance telle que l'angle visuel embrasse d'un seul coup la surface du tableau; c'est ce qu'on nomme aussi le *point;* le recul minimum nécessaire est d'environ deux fois la hauteur du tableau.

64. Dispositions de la salle. Projections directes. — Ces premières règles nous donnent des indications utiles pour les dispositions à donner à la salle; dispositions qui varieront suivant le genre de projections : directes ou transparentes.

Dans les projections directes, la salle sera disposée comme l'indique la *fig.* 41; on remarquera que, dans ce dispositif, il est bon d'employer des objectifs à long foyer, de manière à placer la lanterne en arrière des spectateurs. Un objectif de court foyer, en effet, forcerait à placer l'appareil au milieu de l'auditoire, et une partie du public placé

Fig. 41.



Disposition de la salle. — Projections directes.

SS, spectateurs. — E, écran. — L, lanterne. — TT, tables pour l'opérateur.

en arrière verrait mal ou pas du tout. Il est, de plus, nécessaire de réserver au centre de la pièce un espace triangulaire pour le libre passage du cône lumineux, sinon les têtes des spectateurs rencontrées par la lumière se profileraient en ombres chinoises disgracieuses sur le tableau.

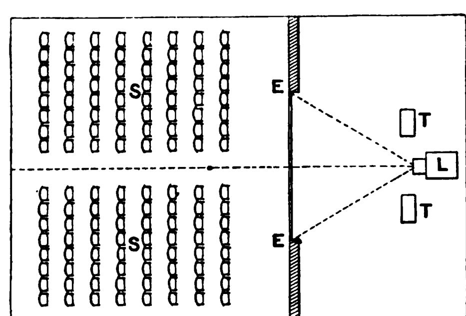
Cette disposition, on le voit, prend beaucoup de place; mais si, comme nous l'avons dit précédemment, on fait passer le rayon lumineux au-dessus de la tête des spectateurs, on récupère tout l'emplacement perdu : dans ce cas-là, le faisceau lumineux doit être surélevé d'environ $1^{m},70$ à 2^{m}.

Nous ne conseillerons jamais de mettre, pour gagner de

la place, l'écran sur le côté; on impose ainsi au spectateur une fatigue qui l'énerve et l'indispose.

65. Disposition de la salle. Projections par transparence. — Nous avons expliqué plus haut les nombreuses raisons qui militaient en faveur de cette disposition (*fig.* 42):

Fig. 42.



Disposition de la salle. — Projection par transparence.

SS, spectateurs. — E, écran. — L, lanterne. — TT, tables de l'opérateur.

dans ce genre de projections, on devra préférer les objectifs courts foyers, et le mieux, si le local s'y prête, sera de disposer l'écran en avant de la baie d'une porte double, etc. Un inconvénient de ce genre de projections, assez difficile à éviter, c'est qu'au point de rencontre du rayon lumineux qui va de la lanterne à l'œil de chaque spectateur, il se forme sur l'écran un espace brillant : on ne l'évite qu'en donnant à la toile un certain degré de diaphanéité ou en surélevant beaucoup l'écran.

66 Le conférencier. — Quel que soit le mode de pro-

jection adopté, le conférencier devra autant que possible être placé près de l'écran, ce qui lui permettra d'indiquer avec une baguette les points sur lesquels il désire appeler l'attention des spectateurs; mais qu'il se garde avec soin de pénétrer dans le rayon lumineux, il se produirait aussitôt deux phénomènes du plus grotesque effet : d'abord sur la toile se projetterait, très déformée, sa silhouette en ombres chinoises et sur sa face, sur le plastron de sa chemise, se dessineraient les parties de l'image qu'il intercepterait, et Dieu sait l'effet ridicule d'un monsieur sur la poitrine duquel s'étale un sphynx, tandis qu'un obélisque se plaque sur son nez.

Le conférencier devra être en communication constante avec l'opérateur qui manie la lanterne; dans le cas de projections directes, le signal optique de sa lampe lui permettra d'indiquer le moment où doivent se changer les vues, mais qu'il évite les coups sur la table ou sur le plancher à l'aide de sa baguette : le public, mis ainsi au courant des petites méprises inévitables entre l'opérateur et le conférencier, ne peut s'empêcher de sourire, aux dépens toujours de ce dernier. Dans le cas de projections par transparence, le meilleur moyen de prévenir l'opérateur est d'employer une sonnette électrique et, pour la rendre moins bruyante, il suffira de dévisser le timbre; le tremblottement du marteau produira un bruit qui sera perçu par l'opérateur seulement et suffira à le prévenir.

Qu'il nous soit permis d'ajouter ici quelques indications pour l'amateur conférencier, sur la manière de débiter son sujet : qu'il proportionne l'ampleur de sa voix aux dimensions de la salle, mais qu'il semble toujours s'adresser aux spectateurs les plus éloignés; l'attitude même de l'auditoire sera pour lui un guide précieux; s'il parle trop bas, il en

sera averti par la contraction des visages et l'attention gênée du public ; s'il parle trop haut, une sorte de rejet en arrière de l'auditoire, comme pour lutter contre un bruit trop assourdissant, le préviendra qu'il doit baisser le ton. La diction doit être nette, franche, les mots dits posément, en évitant surtout de donner à la phrase une même inflexion, ce qui transformerait le discours en une sorte de mélopée désagréable. Un débit trop précipité ne permet pas à l'auditoire de suivre le conférencier ; trop lent, il le fatigue. D'autre part, l'orateur ne perdra pas de vue que sa parole est en quelque sorte commentée par les vues qui se succèdent sur l'écran ; il doit, en conséquence, de temps en temps, par une légère pause, permettre au public de se rendre compte du tableau projeté, sinon les spectateurs ne prêteront qu'une oreille distraite à ses explications et, pour cette raison même, nous conseillerons de placer toujours cette pause au moment précis où, par une phrase appropriée, il vient d'annoncer la vue et que l'opérateur l'a projetée sur l'écran.

Nombre de conférenciers lisent leurs notes et même souvent leur conférence toute faite : malgré eux, dans ce cas, le débit manque de naturel, on sent qu'ils lisent ; c'est là, croyons-nous, une mauvaise méthode, il vaut mieux étudier à l'avance et savoir si bien à fond son sujet, que quelques notes espacées puissent suffire à assurer la phrase et surtout la suite des idées. Que de fois avons-nous vu un conférencier complètement troublé et restant sans voix par suite de la disparition d'un feuillet.

67. L'opérateur. — Quelques mots maintenant sur la mission de l'opérateur. Après avoir disposé sa lanterne et réglé la lumière, il devra s'assurer que ses objectifs sont en

bon état; c'est une question sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure. Il vérifiera si les vues sont exactement placées dans l'ordre voulu : il ne faut pas qu'au signal du conférencier il y ait une hésitation quelconque. Le point blanc qui lui sert à reconnaître le sens de la vue devra être bien apparent, mais il ne devra pas oublier que, si dans les projections directes la marque blanche doit être en avant, dans les projections par transparence elle doit être inversée, sinon l'image serait vue à l'envers, c'est-à-dire, par exemple, que les écritures se liraient de droite à gauche.

Dès qu'une vue a été projetée, l'opérateur aussitôt préparera la vue suivante, de manière à la faire apparaître dès que le conférencier le demandera : il se gardera de toucher la vue autrement que par les bords, sinon ses doigts pourraient laisser, surtout dans les ciels, une marque invisible peut-être à l'œil, mais que l'appareil grossira et exagérera. Pour être bien sûr que la vue est scrupuleusement propre, il devra avoir à côté de lui un linge fin avec lequel il l'essuiera une dernière fois avant de la passer dans le châssis.

Deux gros écueils sont à éviter : le placement d'une vue à l'envers, ou la projection en blanc, c'est-à-dire le passage d'un châssis vide : il provoquera, dans l'un ou l'autre cas, les rires de l'auditoire et déconcertera le conférencier... à moins toutefois que celui-ci, rompu à son métier, ne sauve la situation par un trait d'esprit.

Auprès de la lanterne seront disposées des tables sur lesquelles seront rangées les vues bien en ordre, et qui serviront aussi à déposer les tableaux déjà passés.

68. Soins à donner au système optique. — L'opérateur doit veiller avec le plus grand soin au bon entretien du système optique; le condensateur sera nettoyé avec un

linge fin : les poussières, en effet, terniraient l'image et pourraient se projeter agrandies sur l'écran.

Il en est de même de l'objectif, qui peut présenter deux sortes d'accidents : la *rouille* et la *buée*. Les verres d'optique sont composés de silicates alcalins, facilement décomposés par l'air humide; on reconnaît que le verre a subi un commencement d'altération, en le regardant au jour, sous une faible incidence : on aperçoit alors à la surface des lentilles une tache violette, à bords irisés, qu'on nomme la *rouille* ou la *pousse*. Lorsque ces taches sont récentes, on les fait aisément disparaître en frottant le verre avec une peau de chamois ou du papier de soie imprégné d'alcool iodé; si les taches sont anciennes, il n'y a pas d'autre remède que d'envoyer l'objectif au fabricant, qui les polira au tour d'opticien. Les taches, bien que superficielles, nuisent à la clarté des images.

La buée est un accident d'un autre genre, qui fait bien souvent le désespoir des amateurs. Lorsque la séance est commencée, on voit peu à peu pâlir et disparaître l'image : or, le foyer lumineux n'a rien perdu de son intensité, mais, si l'on regarde dans l'objectif, on s'aperçoit qu'il est complètement terni, surtout dans la partie centrale; l'effet est dû à une fine rosée déposée à l'intérieur du système optique, et le seul remède alors est de démonter rapidement l'objectif et d'essuyer les verres. Les causes du phénomène sont faciles à trouver : cela tient à ce que l'objectif était plus froid que l'air ambiant de la salle et les verres ont condensé à leur surface la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. On évite aisément cet accident en ayant soin de chauffer légèrement l'objectif à l'avance et de l'amener à la température moyenne de la salle.

CHAPITRE VIII.

LA FANTASMAGORIE ET LES PROJECTIONS AU THÉATRE.

Les origines de la fantasmagorie. — Les séances de Robertson. — Le Fantascope. — Les spectres vivants. — La lanterne de projection au théâtre. — Les ombres chinoises.

69. — Les origines de la fantasmagorie. — La fantasmagorie, dont l'étymologie grecque (φαντασμα, fantôme, αγορα, assemblée) indique les prétentions cabalistiques, aurait été pratiquée, dit-on, dès la plus haute antiquité. Certains auteurs mêmes, sans pouvoir cependant fournir aucun texte précis, prétendent qu'à l'aide de miroirs concaves les Egyptiens, dans leurs mystérieuses initiations d'Isis, faisaient naître des apparences de fantômes.

Dans ses Mémoires, Benvenuto Cellini a raconté longuement une scène de nécromancie à laquelle il aurait assisté dans les ruines du Colisée, où il semblerait qu'une lanterne magique aurait joué un grand rôle.

Le physicien anglais Brewster a longuement analysé ce récit et en a conclu que l'invention de la lanterne magique était antérieure au P. Kircher. Nous avouons cependant qu'après avoir relu le texte original, nous n'avons pu y voir qu'une de ces hâbleries dont le ciseleur florentin est coutumier dans ses Mémoires.

Le premier qui nous semble avoir présenté réellement la

fantasmagorie est Robertson. Ses représentations, qui eurent lieu d'abord en Germinal, An VI, au pavillon de l'Échiquier et, plus tard, dans l'ancien couvent des Capucins, près de la place Vendôme, excitèrent un engouement dont nous aurions peine à nous faire idée. Longtemps les procédés restèrent secrets et les esprits travaillèrent à l'envi pour pénétrer les mystérieuses arcanes du *fantasmagore;* mais, à la suite d'un procès en contrefaçon, Robertson fut obligé de dévoiler ses *trucs*, et dès que le public connut le mécanisme intérieur du jouet qui l'avait si fort intéressé, il ne voulut plus s'en occuper.

70. Les séances de Robertson. — Robertson a raconté au long, dans ses Mémoires, les procédés qu'il employait : il avait su entourer ses représentations d'une mise en scène fort habile, qui ne fut pas un des moindres éléments de leur succès. Les ruines du vieux cloître avaient été recouvertes d'étranges peintures emblématiques, dont les récentes découvertes de l'Institut d'Egypte avaient fourni les principaux éléments.

Les journaux de l'époque nous ont laissé des récits très curieux de ces représentations : le conventionnel Poultier, entre autres, a écrit un article, dans lequel sa verve satirique se donne pleine carrière et dont nous extraierons le passage suivant :

« Citoyens et messieurs, dit Robertson, je puis faire voir aux hommes bienfaisants la foule des ombres de ceux qui, pendant leur vie, ont été secourus par eux; réciproquement, je puis faire passer en revue aux méchants les ombres des victimes qu'ils ont faites.

» Robertson fut invité à cette épreuve par une acclamation presque générale deux individus seulement s'y oppo-

sèrent, mais leur opposition ne fit qu'exciter les désirs de l'assemblée.

» Aussitôt le fantasmagorien jette dans le brasier le procès-verbal du 31 mai [1], celui du massacre des prisons d'Aix, de Marseille et de Tarascon, un recueil de dénonciations et d'arrêtés, une liste de suspects, la collection des jugements du Tribunal révolutionnaire, une liasse de journaux démagogiques et aristocratiques, un exemplaire du *Réveil du Peuple;* puis il prononce, avec emphase, les mots magiques : *Conspirateurs, humanité, terroristes, justice, jacobin, Salut public, exagéré, alarmiste; accapareur, Girondins, modéré, orléaniste* [2]... A l'instant, on voit s'élever des groupes couverts de voiles ensanglantés; ils environnent, ils prennent les deux individus qui avaient refusé de se rendre au vœu général, et qui, effrayés de ce spectacle terrible, sortent avec précipitation de la salle, en poussant des hurlements affreux.... L'un était Barrère, l'autre, Cambon.

» La séance allait finir, lorsqu'un chouan amnistié, et employé dans les charrois de la République, demanda à Robertson s'il pouvait faire revenir Louis XVI. A cette question indiscrète, Robertson répondit sagement : « J'avais une » recette pour cela avant le 18 fructidor; je l'ai perdue » depuis cette époque; il est probable que je ne la retrouverai » jamais et il sera désormais impossible de faire revenir les » rois de France. »

Robertson, en citant cet article dans ses Mémoires [3], dit que cette dernière phrase était de l'invention de Poultier,

---

[1] Allusions aux luttes des Girondins et des Montagnards.
[2] C'est la nomenclature des épithètes... parlementaires de l'époque.
[3] *Mémoires récréatifs scientifiques et anecdotiques du physicien aéronaute* E.-G. ROBERTSON. 2e édition. 2 vol. in-8. Paris; 1840.

mais il ajoute : « On demanda effectivement cette apparition; j'ai lieu de soupçonner que ce fut là un tour d'agent provocateur et la vengeance d'un homme de police auquel j'avais refusé quelque faveur. La fantasmagorie s'en trouva très mal; les ombres faillirent à (*sic*) disparaître tout à fait, et les spectres à rentrer pour toujours dans la nuit du tombeau. On les empêcha provisoirement de se montrer; les scellés furent apposés sur mes boîtes et sur mes papiers; on fouilla partout où il pouvait y avoir trace de revenants... »

En réalité, Poultier avait beaucoup brodé et son imagination sarcastique lui avait permis de voir... plus loin que la réalité. Robertson a donné, dans ses Mémoires, le programme explicatif de ses principaux tableaux, dans ce style plein de sensiblerie de l'époque, qui fait le plus curieux contraste avec les scènes de désordre de la rue.

Nous citerons les deux tableaux suivants.

« *Le rêve ou le cauchemar.* — Une jeune femme rêvait, dans un songe, des tableaux fantastiques; le démon de la jalousie presse son sein avec un (*sic*) enclume de fer, et tient un poignard suspendu sur son cœur; une main, armée de ciseaux, coupe le fil fatal; le poignard tombe, il s'enfonce; mais l'Amour vient l'enlever et guérir les blessures avec des feuilles de roses. »

« *Histoire de l'Amour.* — Il naît parmi les grâces; l'espérance le berce; la volupté l'endort; la beauté l'éveille; la folie le conduit; l'inconstance l'égare; la fidélité le ramène. »

On voit, par cette simple énumération, que les représentations de Robertson consistaient surtout en projections mouvementées.

71. Le Fantascope. — Le Fantascope de Robertson (*fig.* 43) était composé d'une lanterne de projection en bois,

Fig. 43.



Le Fantascope.

de forme cubique, éclairée par un bec d'Argand. Il nous a été donné récemment de voir en détail un des fantascopes construits par Robertson à la suite de son procès, et nous

spectateurs : roulement de tonnerre obtenu par une feuille de tôle, sifflement du vent, bruits de la pluie, etc. Quelquefois le fantôme était reçu, comme nous l'avons dit, sur un nuage de fumée obtenu en brûlant de l'encens sur un autel antique : des masques de cire, renfermant une lanterne sourde et portés par des comparses revêtus d'un linceul blanc, surgissaient tout à coup au milieu des spectateurs. Rien n'était négligé pour encadrer d'une mise en scène terrifiante l'apparition des fantômes, et nos aïeux, moins habitués que nous aux splendeurs des décorations théâtrales, bien moins sceptiques aussi, ne suivaient pas ces évocations sans une sorte de terreur qui amena souvent des scènes tumultueuses dans le couvent des Capucins. Mais il est vrai, comme nous l'avons déjà dit, que le mystère dont Robertson entourait tous ses travaux était un stimulant pour la curiosité publique, et, dès qu'on sut que les terrifiantes apparitions n'étaient dues qu'à la lanterne magique si connue de tous, l'intérêt cessa aussitôt et Robertson, à demi ruiné par l'indifférence générale, fut obligé d'aller chercher à l'étranger un regain de faveur.

72. Les spectres vivants. — Les mêmes phases d'intense curiosité et d'abandon se renouvelèrent au milieu du second empire [1], lorsque Robin imagina ses spectres vivants. Ce n'était plus ici, à proprement parler, de la projection, mais un effet de reflet. Une immense glace sans tain, inclinée à 45° occupait toute la scène, dont les premiers plans étaient enlevés de manière à découvrir les dessous; là, sur un chariot à 45° recouvert de drap noir, se mouvait un personnage fortement éclairé par une lanterne à bec

(1) Robin donna ses premières représentations à l'étranger dès 1847.

oxhydrique. L'image de l'acteur se reflétait sur la glace sans tain, et pour le spectateur auquel ce dispositif était soigneusement dissimulé, il semblait se former dans l'espace une image aérienne, qui se mêlait à l'action jouée dans le fond de la scène fort peu éclairée, pour donner plus d'intensité au spectre.

L'image spéculaire obtenue était inversée, il fallait donc que l'acteur se meuve en sens inverse; le diable qui venait jouer sur un violon sa symphonie fantastique, à côté du compositeur endormi, devait tenir son archet de la main gauche. Le zouave d'Inkermann exécutait tout son maniement d'armes symétriquement aux mouvements théoriques.

D'autre part, l'acteur en scène ne pouvait pas voir le spectre et, pour arriver à une coïncidence exacte des mouvements, il fallait que ceux-ci fussent exactement réglés à l'avance et les positions repérées sur le parquet du théâtre.

Paris se porta en foule au boulevard du Temple pour assister aux représentations du célèbre prestidigitateur; mais, lorsqu'une première indiscrétion eut permis de pénétrer dans les arcanes des coulisses, on vit partout devant les grandes glaces des magasins, de bénévoles vulgarisateurs expliquant avec un objet brillant la théorie des fantômes de Robin et bientôt, devant le mystère dévoilé, le public passa avec indifférence.

Nous nous souvenons d'avoir assisté, dans notre enfance, à ce spectacle, et rien n'était plus curieux que de voir ces apparitions méritant si bien leur nom de spectres vivants et impalpables, étranges et décevantes illusions qui apparaissaient tout à coup pour disparaître à un signe de Robin; fantômes ténus à travers lesquels transparaissaient les acteurs vivants.

Un instant délaissés, les spectres reparurent sur nos grands

théâtres à plusieurs reprises, comme trucs accessoires, dans *le Secret de miss Aurore*, au Châtelet (1863); dans *la Czarine*, en 1868, à l'Ambigu, on présenta des fantômes par des moyens semblables.

Cette même illusion a été reproduite depuis sous des noms et des formes diverses : c'est ainsi qu'un de nos concerts parisiens montrait, il y a peu de temps, une *Amphitrite* qui n'était autre qu'une adaptation du truc de Robin.

La *Métempsychose*, dans laquelle le spectateur voit alternativement se substituer l'une à l'autre l'image réelle d'une tête de marbre et le reflet d'une tête vivante par une série de jeux de lumière convenablement distribuée, est encore une forme de ces apparitions.

73. La lanterne de projection au théâtre. — Du reste, la lanterne de projection est d'une application constante sur nos grandes scènes théâtrales : Dans *Faust*, le rayon lumineux qui vient dessiner sur le grand pilier de la cathédrale et le parquet de la scène les contours indécis des vitraux du chœur est issu d'une lanterne de projection.

Les effets d'arc-en-ciel de *Moïse*, du soleil du *Prophète*, les rayons de lune qui se jouent sur les nénuphars de l'étang, le *Rêve* de Detaille, reproduit dans un récent drame à l'Ambigu, sont dus aux mêmes moyens.

74. Les ombres chinoises. — C'est encore avec la lanterne de projection qu'ont été obtenues les ombres chinoises, inventées d'abord par Séraphin à la fin du siècle dernier et auxquelles un cabaret célèbre de nos jours a donné un regain de faveur par la perfection de leurs découpages et l'esprit qui a présidé à leur confection.

CHAPITRE IX.

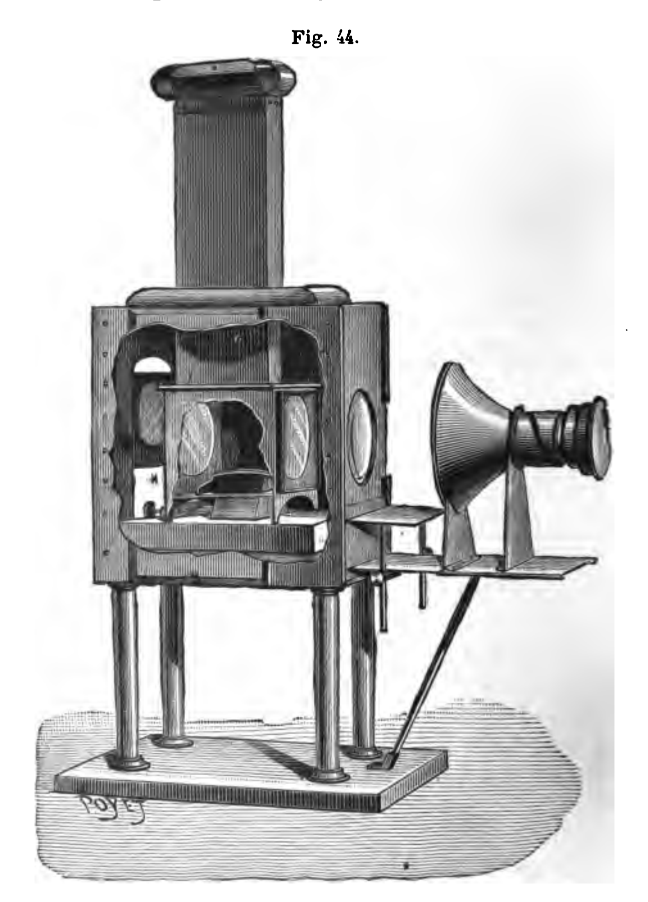
LES PROJECTIONS SCIENTIFIQUES.

Les projections scientifiques. — Les appareils de projection. — Supports à réflexion totale. — Cuves à liquides. — Phénomènes chimiques. — Phénomènes électriques. — Phénomènes optiques. — L'acoustique en projection. — Les lois de la capillarité. — Projections microscopiques. — Microphotographies.

75. Les projections scientifiques. — La lanterne de projection n'a pas seulement été utilisée pour l'agrandissement de tableaux peints ou dessinés, elle a été employée avec succès pour projeter directement des phénomènes chimiques ou physiques; elle est ainsi devenue un des plus puissants moyens d'instruction. Lieberkuyn, en inventant le microscope solaire (1743), avait en quelque sorte ouvert la voie; nous avons vu attribuer à Soleil et à l'abbé Moigno, en 1839, l'idée de projeter les réactions chimiques; ils perfectionnèrent beaucoup, il est vrai, les méthodes et les appareils, mais Euler et l'abbé Nollet avaient déjà fait des expériences en ce sens. Vers 1848, Clarke construisit toute une série d'appareils destinés à faire des projections scientifiques au *Polytechnic Institution* de Londres. Aux conférences de la Sorbonne, M. Bourbouze imagina de nombreux dispositifs dans cet ordre d'idées, et nos constructeurs, MM. Duboscq, Molteni, Clément et Gilmer ont cherché à l'envi à rendre pratiques, dans ce but, les appareils et les accessoires.

76. Les appareils de projections scientifiques. — Les

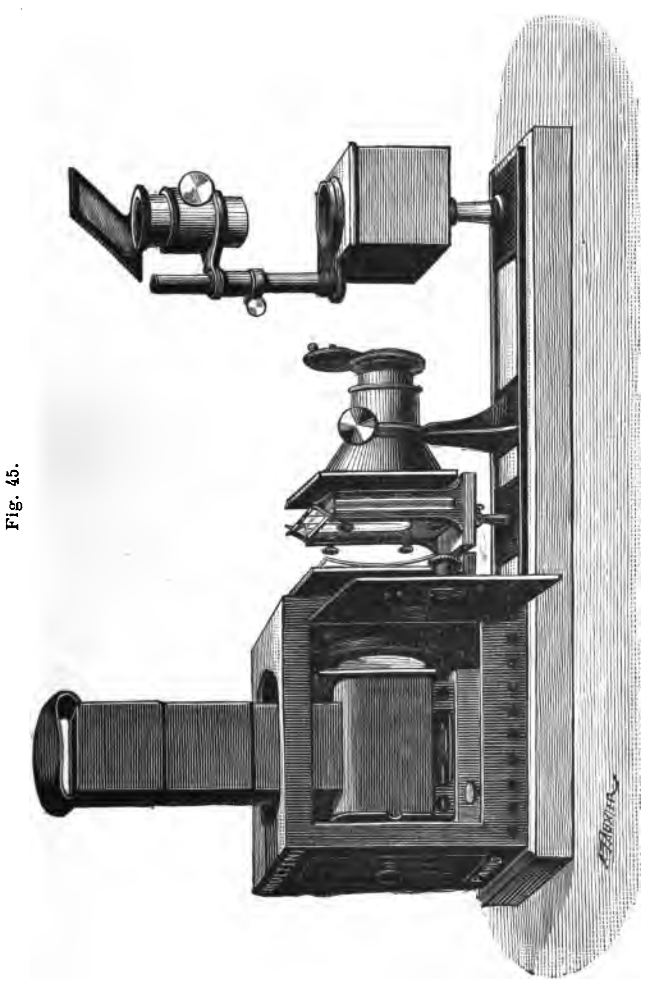
Fig. 44.



Lanterne scientifique (Modèle Clément et Gilmer).

lanternes destinées aux projections scientifiques doivent

Fig. 45.



Lanterne scientifique Molteni.

être agencées de telle sorte qu'il soit facile d'intercaler entre le condensateur et l'objectif les accessoires, quel que soit leur volume. Les constructeurs sont arrivés au but de diverses façons, dont nous décrirons les principes aux types adoptés.

MM. Clément et Gilmer ont agencé ainsi leur lanterne universelle (*fig.* 44) que nous avons décrite dans le tome I (V. **43**); la boîte d'avant est retirée de ses coulisses et l'on glisse à sa place une plate-forme maintenue rigide par une jambe de force et sur laquelle coulisse un porte-objectif. Une petite tablette pouvant s'exhausser à volonté sert à soutenir les appareils devant le condensateur.

M. Molteni a employé un autre système (*fig.* 45). Le corps de la lanterne est monté sur un socle qui se prolonge en avant du condensateur : cette plate-forme est munie de deux rails entre lesquels on fait glisser une petite table à expériences et le porte-objectif. Au besoin, on peut enlever ces deux accessoires et y substituer le support à réflexion totale représenté l'avant.

Hughes, de son côté, sous le nom de *the Gilchrist educational,* a monté sa lanterne (*fig.* 46) sur une sorte de banc d'optique comprenant deux rails cylindriques, entre lesquels se meuvent la table à expériences et le porte-objectif. Comme les objets se trouvent renversés sur l'écran, il redresse l'image en plaçant à l'avant de l'objectif un prisme [1] à angle droit (prisme à réflexion totale) dont l'hypoténuse est parallèle aux rails et dont la position peut être réglée à l'aide d'une vis de butée (Voir *fig.* 46).

---

[1] Le prisme redresseur a été inventé par Soleil et Duboscq, dès 1853, pour la projection des phénomènes de capillarité au cours de M. Ed. Becquerel au Conservatoire des Arts et Métiers.

Les nombreux modèles qu'on trouve dans le commerce de fabrication anglaise, allemande ou française, sont toujours des variantes de ces trois premières formes.

Afin de faciliter le travail de l'opérateur, qui peut, au cours

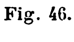


Fig. 46.



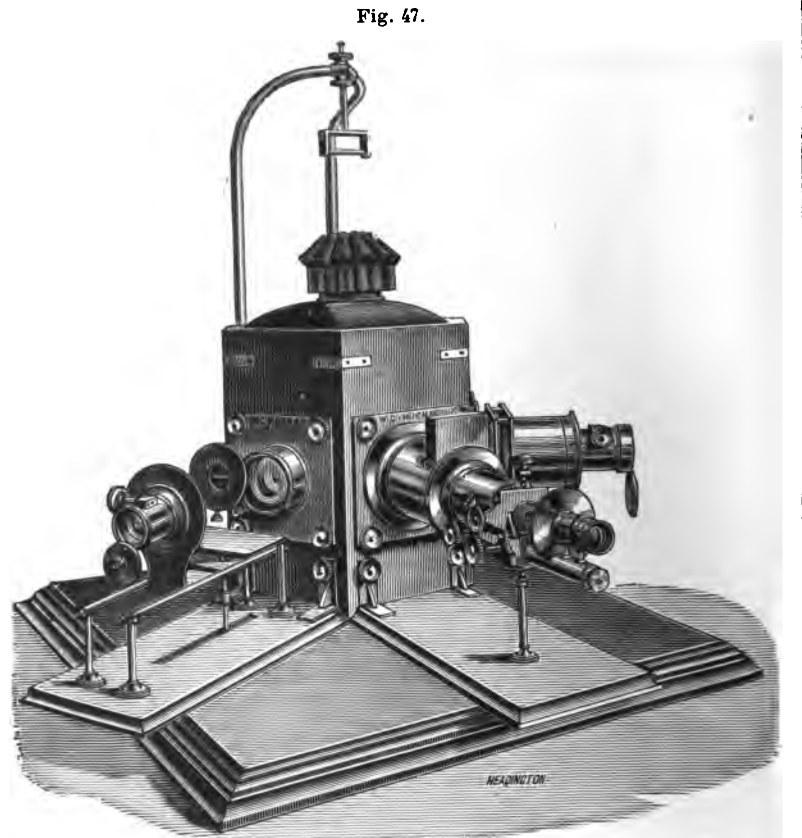
Lanterne scientifique de Hughes.

d'une séance, avoir à employer des objectifs différents, plusieurs constructeurs ont cherché à établir des modèles à multiples têtes; nous citerons comme exemple le modèle de Hughes qu'il a appelé *the Combination scientist* (*fig.* 47).

En avant d'un seul corps de lanterne, peuvent venir se placer trois têtes de fonctions diverses; elles sont toutes

trois montées sur les faces d'un demi-hexagone et, grâce à

Fig. 47.

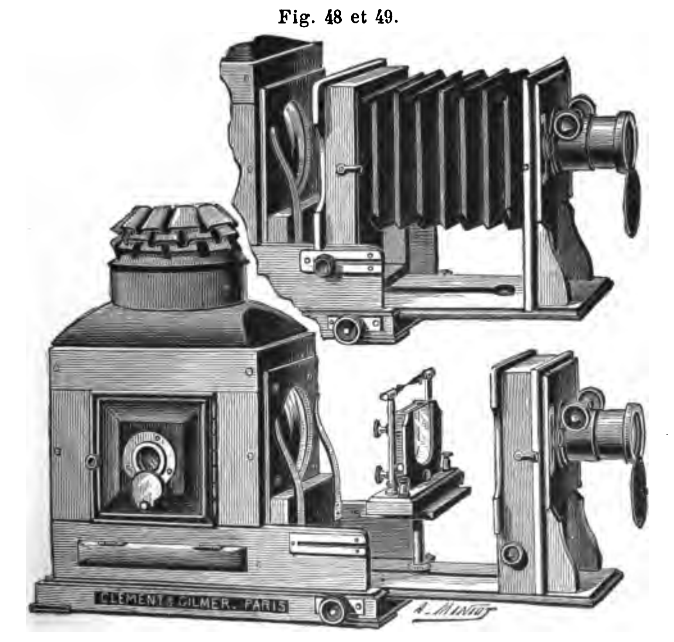


Lanterne scientifique de Hughes (*The Combination scientist*).

un système de roulettes et de contrepoids, se placent rapidement en face du condensateur. Une des têtes est montée

comme nous l'avons expliqué plus haut, la seconde est un microscope de projection, la troisième est une tête ordinaire de lanterne : on conçoit que, par un tel dispositif, il est très

Fig. 48 et 49.



Lanterne à double effet de Clément et Gilmer.

facile à l'opérateur de faire succéder sur l'écran des images de diverses provenances.

On a cherché aussi à mécaniser l'avant de la lanterne de telle sorte qu'elle puisse servir alternativement aux projections scientifiques et aux projections ordinaires, tel, par exemple, le modèle créé par Clément et Gilmer dont les *fig.* 48 et 49 nous indiquent le double montage.

77. Supports à réflexion totale. — Dans toutes les lan-

Fig. 50.



Appareil à réflexion totale de Hughes.

ternes que nous venons de décrire, les appareils à projeter

doivent être tenus verticalement, et, comme nous le verrons plus tard, il est utile parfois d'avoir recours à des instruments qui ne peuvent fonctionner que dans un plan horizontal. On se sert dans ce but d'un dispositif spécial, dont la *fig.* 50, représentant le modèle adopté par Hughes, indique nettement les diverses parties.

Un miroir placé à la base et incliné à 45° rejette vertica-

Fig. 51.



Appareil à réflexion totale de Molteni.

lement la lumière émanée par la source; un condensateur horizontal reprend le faisceau lumineux et le concentre sur les objets placés sur la tablette médiane. Une troisième tablette supporte l'objectif au sortir duquel le faisceau, rencontrant un second miroir placé symétriquement par rap-

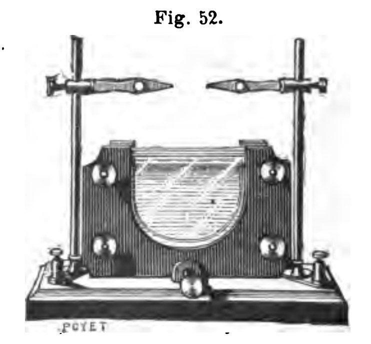
port à celui du bas, se réfléchit horizontalement pour venir former l'image sur l'écran.

M. Molteni a donné à cet appareil une forme à la fois plus élégante et plus compacte; il est représenté plus haut dans la *fig.* 51. Le principe des supports à réflexion totale a été trouvé et appliqué pour la première fois, croyons-nous, par Duboscq en 1853, aux cours du Conservatoire des Arts et Métiers.

78. Cuves à liquides. — Les réactions chimiques se passant la plupart du temps dans des milieux liquides, on a été amené à faire de petites cuves à parois de verre, les unes verticales, les autres horizontales.

La cuve la plus simple se compose d'une monture en bois

Fig. 52.



Cuve-laboratoire.

de la dimension ordinaire des tableaux et garnie sur ses deux faces de glaces lutées au vernis copal ou au baume du Canada. Les constructeurs se sont ingéniés à l'envi pour perfectionner ces appareils; nous citerons entre autres la cuve démontable de Molteni et la *cuve-laboratoire* (*fig.* 52)

que MM. Clément et Gilmer ont construite sur nos indications [1].

Cette cuve-laboratoire se compose d'une feuille épaisse de caoutchouc entaillée en U et close de part et d'autre par des lames de cristal épaisses que maintient en place une monture en cuivre, à écrous. Cette cuve est placée sur un socle d'acajou qui porte deux colonnes à pinces mobiles, reliées à l'aide de bornes à une source électrique. Une série d'accessoires divers contenus dans un nécessaire, tubes à réactions, fils de platine, pipettes, etc., complètent l'appareil et permettent de faire de nombreuses démonstrations du domaine de la Physique et de la Chimie.

Il ne peut entrer dans notre cadre de décrire ici les multiples expériences exécutées avec la lanterne de projection, nous nous contenterons d'indiquer sommairement les principales.

79. Phénomènes chimiques. — Toutes les réactions qui peuvent donner lieu à une coloration nouvelle seront ainsi facilement montrées. La cuve étant remplie de la solution d'un sel, il suffit d'y ajouter un autre sel, soit en solution, soit en cristal. Citons la formation du bleu de Prusse par la réaction du cyanure jaune sur un sel de fer; le précipité rougeâtre donné par le cyanure sur un sel de cuivre, etc.

Les effets de colorations diverses des réactifs : exemple, la teinture de tournesol rougissant avec les acides et bleuissant avec les bases, etc.

Les formes diverses des précipités : exemple, les précipités cailleboteux d'un sel de zinc par une base, floconneux

---

(1) *Voir*, dans *la Nature*, l'article que M. Londe a consacré à cet appareil, n° 900, du 30 août 1890, p. 195.

d'un sel d'argent par un chlorure, en poudre fine du chlorure de baryum par un sulfate soluble, etc.

Les cristallisations diverses, aux formes capricieuses, qui donnent lieu à de magiques spectacles, s'exécutent simplement en *collodionnant* un verre mince avec une solution saturée du sel dans l'eau ou mieux dans un liquide épais comme la bière ou l'eau glycérinée. L'évaporation des dissolvants sous l'influence de la chaleur de la lampe fait naître peu à peu de petits cristaux qui s'accroissent avec rapidité sous l'œil du spectateur et couvrent bientôt de leurs enlacements géométriques, aux formes bien définies, toute la surface du disque.

Une des plus curieuses expériences de Chimie, et généralement la plus goûtée, consiste à projeter le développement d'une épreuve photographique. On se sert dans ce but d'une cuve horizontale, et l'on a eu soin au préalable de mettre devant le condensateur un verre jaune. On développera de préférence un positif et l'on emploiera une glace au gélatino-chlorure qui sera impressionnée au châssis en l'exposant à la lueur de la source lumineuse. La glace mise dans la cuvette sera recouverte d'un bain léger à l'hydroquinone : l'image ne tardera pas à apparaître. Dès qu'elle sera complète, on retirera le bain d'hydroquinone et l'on fixera à l'hyposulfite. L'apparition graduelle de l'image, son dépouillement dans le bain fixateur excitent toujours, avec raison, les applaudissements de l'auditoire.

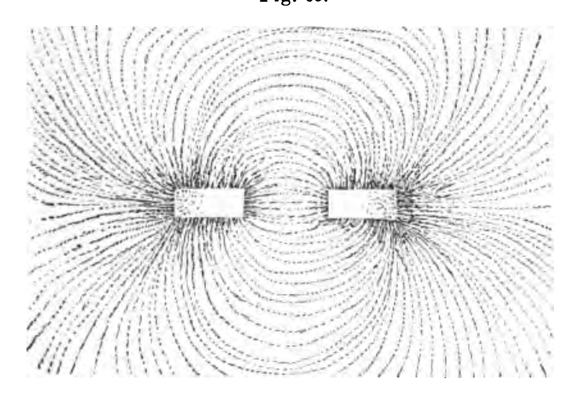
80. Phénomènes électriques. — Les expériences du domaine de l'électricité sont aussi très nombreuses. L'électrolyse des différents sels, c'est-à-dire leur décomposition par le passage d'un courant, sera facilement mise en évidence dans la lanterne de projection. Deux fils de platine traversés par un

courant et plongés dans la cuve pleine d'eau servent à montrer la décomposition de l'eau : d'un côté, semblent sortir de fines bulles de gaz, l'oxygène ; de l'autre, de grosses bulles, l'hydrogène ; si l'un des fils est remplacé par une lame de palladium, on constate la curieuse propriété que possède ce métal, d'absorber plus de 600 fois son volume d'hydrogène [1].

L'électrolyse des sels permet de démontrer le principe



Fig. 53.



Spectre magnétique.

de la Galvanoplastie, découverte en 1837 par Jacobi ; en se servant en particulier d'un sel d'étain, on obtient rapidement de belles arborisations métalliques sur le pôle négatif ; en renversant le courant, on les voit peu à peu se dissoudre, tandis que le nouveau pôle négatif, jusqu'alors nu, se recouvre à son tour de cristaux.

Ces expériences peuvent se varier à l'infini, et nous terminerons ce rapide exposé sur les phénomènes électriques en

---

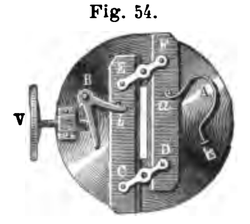
[1] Phénomène découvert par Graham, et qu'il a nommé l'*occlusion*.

indiquant la manière de produire les *spectres magnétiques*.

Si l'on place, sur le condensateur du support à réflexion totale, une glace mince saupoudrée de limaille de fer et qu'on applique au centre les deux extrémités d'un aimant, en ayant soin de frapper légèrement sur la plaque, on voit la limaille se disposer en files régulières et présenter l'effet indiqué par la *fig.* 53. On peut répéter cette expérience en remplissant une cuve verticale de glycérine additionnée de limaille et dans laquelle on plonge un aimant, ou mieux un électro-aimant : la figure se forme de la même façon.

81. Phénomènes optiques. — Très nombreuses sont les expériences qu'on peut exécuter dans la lanterne sur les

Fig. 54.



Bouchon à fente variable.

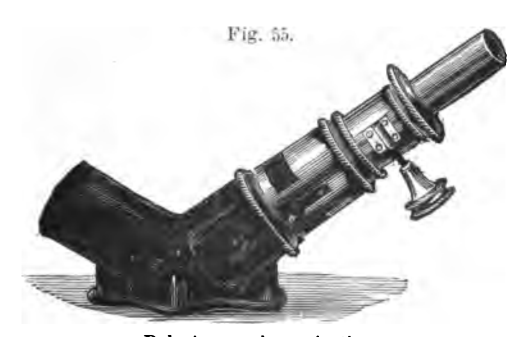
phénomènes optiques. La première est l'expérience de Newton, la décomposition de la lumière. Dans ce cas, on munit la lunette de l'objectif d'un bouchon percé d'une fente qu'on peut rétrécir à volonté en agissant sur deux languettes de métal, comme l'indique la *fig.* 54. La mince lame de lumière est concentrée par une lentille sur un prisme d'où elle émerge en se dispersant en une magnifique bande colorée des sept couleurs principales.

En modifiant la coloration du faisceau lumineux émis par la lanterne à l'aide de verres de couleurs, on démontre les

lois de la composition des rayons colorés : le vert et le rouge combinés donnent du blanc; il en est de même du jaune et du bleu.

Les phénomènes de la lumière polarisée, découverts par Malus, au commencement du siècle, se démontrent à l'aide du *polariscope de projection* (*fig.* 55). Le faisceau lumineux se brise sur une pile de glaces minces sur laquelle il tombe

Fig. 55.



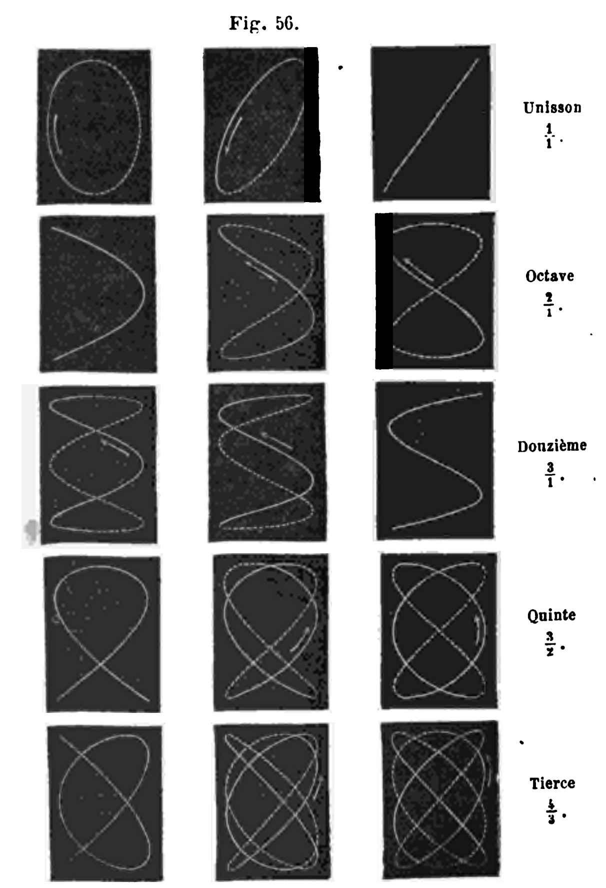
Polariscope de projection.

sous une incidence de 35° 25′, il se réfléchit polarisé et, sur son passage, on met les cristaux à étudier; un analyseur, ou prisme de Nicol, placé en avant de l'objectif, projette sur l'écran les merveilleuses colorations que revêt le cristal sous l'influence de la lumière polarisée, colorations sans cesse changeantes avec l'orientation du nicol.

82. L'acoustique en projection. — Les lois des vibrations sonores et leur composition se démontrent de la façon suivante : une lame de verre noircie est mise en vibration par un premier diapason; sur la couche de noir de fumée appuie un petit style attenant à un second diapason. Si ces deux appareils sont mis en vibration à l'aide d'électro-

aimants, on voit se former sur la glace les figures bizarres

Fig. 56.



Figures de Lissajous.

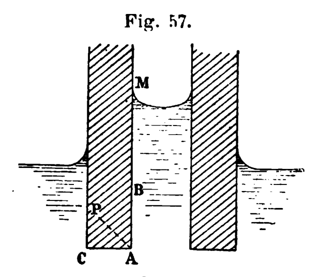
auxquelles Lissajous a laissé son nom, figures toujours les

mêmes pour un même rapport de vibrations des diapasons, mais qui se déforment régulièrement avec des différences de phases de la vibration. La *fig.* 56 donne quelques-unes des figures ainsi obtenues pour les principaux intervalles.

83. Les lois de la capillarité. — Les lois de la capillarité, cette force qui est un des premiers moyens d'action de la vie végétale et animale, se projettent très aisément.

La *fig.* 57 nous montre une de ces expériences : une série

Fig. 57.



Lois de la capillarité.

de tubes de diamètre de plus en plus fins a été introduite dans une cuve contenant un peu d'eau colorée; on voit aussitôt celle-ci s'élever d'autant plus haut dans les tubes que ceux-ci ont un diamètre plus fin.

Les lois des tensions superficielles des liquides, autre forme de la capillarité, se démontrent de mille manières, soit à l'aide de bulles de savon [1], soit à l'aide de réseaux.

A rapprocher aussi de ces phénomènes de tension superficielle les extraordinaires tourbillonnements du camphre dans l'eau. Si l'on place une cuve à fond de verre sur le

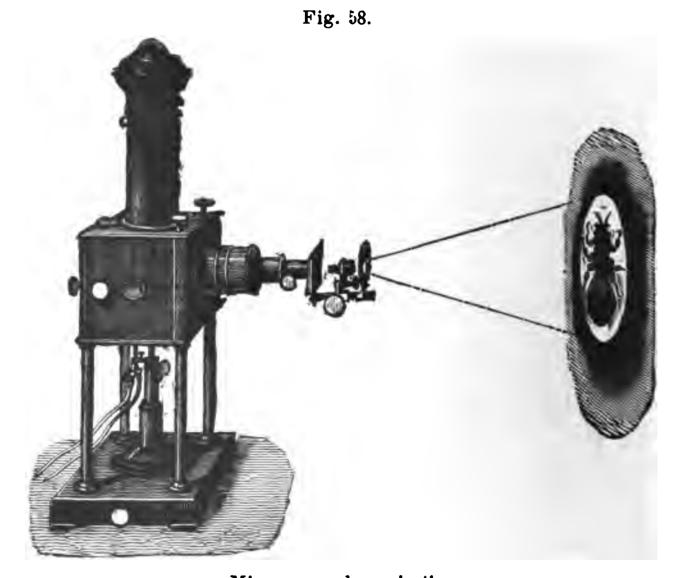
---

[1] *Voir* à ce sujet un charmant petit volume de C.-V. Boys, traduit de l'anglais, et publié par MM. Gauthier-Villars et fils : *Bulles de savon*.

support vertical et qu'après l'avoir à moitié rempli d'eau, on répande sur la surface de celle-ci de la poudre de camphre, on voit aussitôt, sur l'écran, les petits cristaux tourner dans tous les sens ; qu'on vienne à enfoncer le bout du doigt dans l'eau, tout mouvement cesse aussitôt, pour reprendre dès que le doigt sera retiré : une gouttelette d'huile arrête de même, mais d'une façon définitive, les tournoiements du camphre.

84. Projections microscopiques. — A joindre encore à

Fig. 58.



Microscope de projection.

ces expériences scientifiques les projections microscopiques. Nous avons déjà donné, dans le tome I, les lois de la for-

mation des images et la composition du microscope de pro-

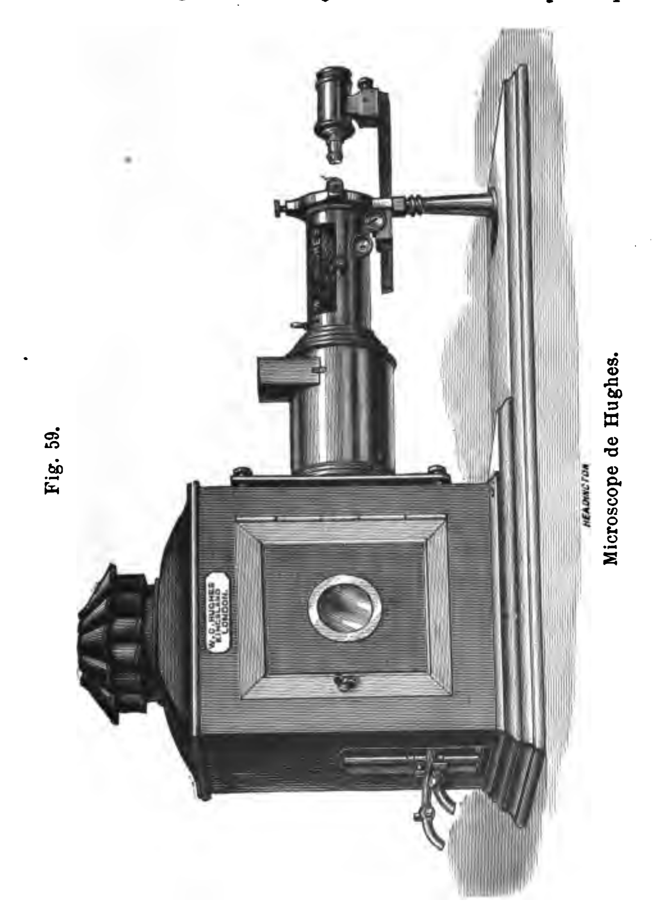


Fig. 59.

Microscope de Hughes.

jection; la *fig.* 58 nous montre l'appareil monté sur une lanterne Duboscq à chalumeau oxyhydrique vertical.

La *fig.* 59 nous donne le dispositif employé par Hughes. On remarque, dans le premier cône, une sorte de cheminée carrée qui sert à l'introduction de la cuve d'alun destinée à arrêter une partie des rayons calorifiques. La platine d'avant est munie de deux vis de rappel pour le centrage parfait des préparations.

Les préparations micrographiques doivent être très transparentes, pour donner de belles projections : le réglage de la lentille condensatrice destinée à les éclairer uniformément doit être fait avec soin, en évitant surtout de trop concentrer en un seul point toute la lumière, ce qui pourrait amener la prompte détérioration de l'objet projeté ou la mort des petits animalcules dont on cherche à pénétrer les secrets.

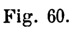
85. Microphotographies. — Mais, s'il n'est pas d'absolue nécessité de projeter des organismes vivants, il vaudra toujours mieux avoir recours à des microphotographies qui pourront être préparées à loisir dans l'atelier et fourniront des images projetées plus considérables.

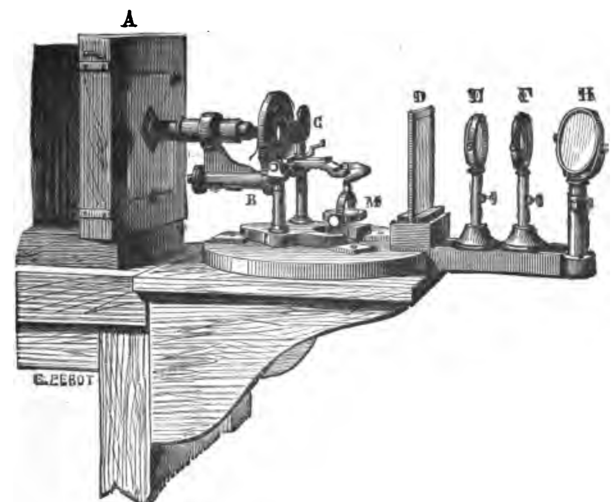
Si l'on doit employer de forts grossissements pour l'obtention des microphotographies, on se servira de l'appareillage représenté par la *fig.* 60 et qui a été recommandé par Moitessier.

Un bon microscope à renversement B est adapté à une chambre noire A. Le réflecteur habituel M est replié et un miroir H, placé à 45°, reflète la lumière émanée soit du soleil, soit d'un foyer quelconque placé latéralement. Un diaphragme F élimine les rayons marginaux et une lentille E concentre les rayons sur la préparation; la plupart du temps, il est utile d'interposer la cuve D qui teintera le rayon lumineux et permettra d'obtenir des effets d'or-

thochromatisme indispensables avec certaines préparations colorées.

Nous renverrons le lecteur aux traités de Microphoto-


Fig. 60.



Banc de microphotographie.

graphie, sur les qualités que doit posséder la préparation et son épreuve photographique, ainsi que sur le détail des manipulations.

CHAPITRE X.

PROJECTIONS SPÉCIALES.

Projections spéciales. — I. Projections stéréoscopiques. — Considérations générales. — L'invention du stéréoscope. — La projection stéréoscopique. — Méthode de projection. — Choix des tableaux. — Le binocle stéréoscopique. — Solutions diverses. — II. Les projections colorées. — Les couleurs dans la nature. — Les couleurs en Photographie. — Procédé Ives. — Méthode Lippmann. — Disposition de l'appareil. — III. Projections panoramiques. — Les panoramas. — Disposition de l'appareil.

86. Projections spéciales. — Nous terminerons cette étude sur les projections en décrivant en détail trois méthodes nouvelles produisant les plus intéressants effets et qui sont dues toutes trois, disons-le, non sans une pointe d'esprit chauvin, à des Français.

Ce sont :

Les projections stéréoscopiques, dont le principe a été indiqué par d'Almeida et repris avec beaucoup de succès par M. Molteni;

Les projections colorées ou chromatiques qui, inventées par Cros et Ducos du Hauron, ont été appliquées en Amérique par Ives, et en France par L. Vidal;

Enfin, les projections panoramiques inventées et appliquées par M. le commandant Moëssard.

Les effets obtenus par ces trois méthodes sont curieux à plus d'un titre : applications raisonnées de principes scien-

tifiques, ces projections donnent lieu aux plus remarquables spectacles. Si les unes donnent la sensation nette du relief, les autres nous procurent la couleur avec une surprenante fidélité, et les dernières nous restituent ces merveilleux panoramas aux horizons élargis que le voyageur s'en va chercher au loin et que la lanterne nous montre sans fatigue.

I. — Projections stéréoscopiques.

87. Considérations générales. — La vision stéréoscopique, c'est-à-dire en relief, est basée sur cette observation que chacun de nos yeux voit les objets de façon différente. En effet, si l'on considère un objet situé à une petite distance et qu'on l'examine avec un seul œil, on s'aperçoit qu'il nous cache d'une certaine façon une partie des arrière-plans. Si alors, sans bouger la tête, on ferme cet œil et on ouvre l'autre, on remarque que les arrière-plans nous sont cachés d'une manière toute différente; d'autre part, l'aspect de l'objet lui-même nous semble changé, car nous découvrons sur ses faces latérales des parties qui étaient invisibles dans le premier cas et inversement. La vision par un seul œil semble raplatir les plans les uns sur les autres, tandis que la vision binoculaire fait ressortir les reliefs et sépare nettement les différents plans. C'est l'observation de cette propriété particulière de la vision binoculaire qui a conduit Léonard de Vinci à la découverte de la stéréoscopie, singulièrement perfectionnée plus tard par Weatstone et Brewster, et enfin rendue pratique par Duboscq.

Il ressort donc de ce que nous venons de dire que, si nous obtenons, à l'aide de la Photographie, deux vues simultanées d'un même paysage, en ayant soin d'écarter les objec-

lors, patronnée par un tel maître, l'invention put suivre son cours et atteignit bientôt un énorme succès, auquel il est juste d'associer les noms de Duboscq et Soleil. »

89. La projection stéréoscopique. — On chercha bientôt à reproduire en projection les merveilleux effets du stéréoscope, de manière à faire partager à tout un auditoire à la fois les curieuses sensations que procure cet appareil. En 1858, Claudet eut la singulière idée de projeter les deux images en même temps sur un verre dépoli; il est inutile d'insister sur ce point que l'effet était très mal rendu par ces deux images qu'il était impossible de superposer.

Vers la même année, le physicien d'Almeida avait indiqué une très élégante solution [1], consistant à éclairer une des images avec de la lumière rouge, l'autre de la lumière verte, et de faire regarder ces deux images superposées à l'aide d'un lorgnon à verres de même couleur. Cette expérience a été réinventée à plusieurs reprises, entre autres, par le Dr Schobbens, et M. Molteni, en revendiquant pour d'Almeida la priorité de l'invention, a exécuté de nombreuses projections stéréoscopiques qui ont eu le plus grand succès.

90. Méthode de projection. — On emploie une lanterne double, qui projette simultanément et l'une sur l'autre les deux images obtenues avec la chambre stéréoscopique. On introduit derrière l'une des vues un verre rouge, derrière l'autre un verre vert. Ces deux couleurs étant complémentaires, et, d'autre part, les deux vues n'étant pas exactement

(1) M. Donnadieu, dans son excellent Traité sur le stéréoscope, mentionne que, dès 1853, de la Blanchère avait indiqué l'emploi des couleurs complémentaires; il employait des verres bleus et jaunes.

superposables, on obtient sur l'écran une vue grisâtre, aux lignes floues, bordées de rouge et de vert dans les parties non communes, et qui produit le plus désagréable effet. Mais, si l'on vient à regarder cette vue non définie à l'aide d'un lorgnon à verres rouges et verts, aussitôt chaque œil ne perçoit plus que l'image de la même couleur que le verre interposé devant lui et la vision stéréoscopique se produit, les divers plans se reculent à leurs places respectives et l'effet de relief se montre avec netteté. L'effet est même si complet qu'avec certains tableaux, en balançant la tête, il semble qu'on découvre les objets situés derrière les premiers plans, comme cela se produit dans la vision réelle.

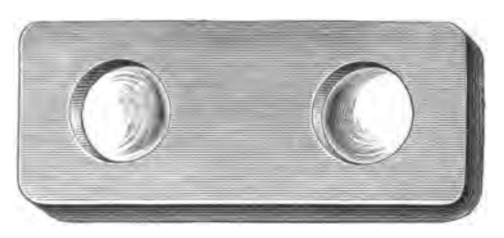
En inversant les verres, on obtient, avec quelques vues convenablement choisies, l'effet inverse, la *pseudoscopie*, dans lequel les objets en saillie paraissent en creux, et les plans se substituent les uns aux autres.

91. Choix des tableaux. — Tous les tableaux ne conviennent pas également bien aux projections stéréoscopiques ; ceux qui, par suite d'une perspective nettement accusée, donnent déjà l'illusion du relief en projection simple, ne gagnent rien à être ainsi présentés. On choisira de préférence les vues ne contenant qu'un petit nombre de plans. Les effets de miroitement de l'eau, des marbres polis, des étoffes de soie, seront merveilleusement reproduits par ce procédé; les portraits, les groupes, les intérieurs à plans bien séparés, donnent les meilleurs résultats.

92. Le binocle stéréoscopique. — M. A. Buguet a donné une autre solution du problème ; le procédé consiste à projeter avec une lanterne simple, une double vue stéréoscopique, c'est-à-dire les deux vues étant placées côte à côte,

comme d'habitude. On examine l'image projetée avec un binocle spécial (*fig.* 62), qui se compose d'une petite planchette percée de deux trous dans lesquels sont enchâssés

Fig. 62.



Binocle stéréoscopique.

deux prismes allongés de Brewster. Grâce à cet appareil, les deux vues se superposent pour donner l'effet stéréoscopique comme dans l'ancien appareil.

93. Solutions diverses. — Il a été proposé d'autres procédés pour arriver à ce même résultat. Nous citerons entre autres le procédé d'Anderson, de Birmingham, qui projette comme précédemment deux vues, mais il polarise la lumière en introduisant dans l'objectif une pile de glace ou un nicol. Les deux rayons sont polarisés à angle droit, et l'image confuse résultant de la superposition des deux projections est examinée à l'aide d'une lorgnette munie d'analyseurs convenablement orientés, de manière à ce que chaque œil ne puisse percevoir qu'une image. Ce procédé est une très ingénieuse application des propriétés de la lumière polarisée, mais est bien moins simple que le précédent (1).

(1) *Voir l'Optician* du 21 juillet 1892.

On a enfin construit, en Belgique, un autre appareil dans lequel les deux images se succèdent rapidement l'une à l'autre, mais, comme il est facile de le prévoir, le mode de projection est des plus fatigants et ne donne que très imparfaitement la solution cherchée.

II. — Les projections colorées.

94. Les couleurs dans la nature. — Lorsqu'on fait tomber un rayon de lumière blanche sur un prisme, on sait que la lumière est dispersée et que le rayon s'étale en une bande colorée qu'on nomme le *spectre solaire*. Les physiciens au début ont reconnu dans cette bande diaprée de mille couleurs sept tons principaux rappelés par ce vers bien connu :

Violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange et rouge.

Ces tons ne sont pas nettement tranchés dans le spectre, mais se mêlent les uns aux autres par une infinité de nuances produites par la combinaison deux à deux des couleurs consécutives. En faisant des recherches sur les rayons colorés, Brewster fut amené à admettre la possibilité de réduire le nombre des couleurs à trois : le rouge, le jaune et le bleu, qu'il appelait couleurs fondamentales, parce que leur réunion donnait de la lumière blanche. Cette théorie a longtemps prévalu, jusqu'au jour où Helmholtz a démontré que les rayons jaunes et bleus étaient complémentaires, c'est-à-dire aptes à donner, par leur combinaison, de la lumière blanche [1]. On a donc été amené à la con-

[1] Il y a lieu ici de faire remarquer que nous parlons de rayons colorés et non de couleurs pigmentaires; le jaune et le bleu pigmentaires

ception d'un nouveau ternaire, qui a été surtout préconisé par Young, comprenant le rouge (1), le vert et le violet.

Le mélange deux à deux ou en proportions diverses de ces trois couleurs donne les mille nuances du prisme ; elles sont, par suite, aptes à rendre toutes les colorations de la nature.

95. La couleur en Photographie. — En 1869, Louis Ducos du Hauron et Charles Cros eurent tous deux l'idée d'obtenir la couleur en Photographie, en triant les rayons colorés de manière à former trois phototypes contenant chacun une de ces couleurs ; en faisant trois positifs transparents, colorés chacun de manière convenable, et en les superposant, on devait obtenir une photocopie ayant les teintes exactes du modèle : et ils indiquèrent entre autres que des positifs ainsi obtenus pourraient être employés pour faire des projections colorées. Nous n'avons pas ici à entrer dans le détail des opérations photographiques nécessaires pour faire ce triage de la couleur, nous renverrons le lecteur que la question intéresse au *Manuel pratique d'Orthochromatisme* (2) où M. Vidal a exposé la question avec une grande compétence, fruit d'une longue expérience.

Dans *Paris-Photographe* (3), M. Vidal a donné les principes de cette curieuse expérience, qu'il avait exécutée pour la première fois en public, au cours des conférences sur la Photographie au Conservatoire des Arts et Métiers

---

donnent en effet du vert par leur mélange. Cette distinction a été faite par Lambert, Plateau et Helmholtz.

(1) Plus particulièrement le rouge orangé.

(2) VIDAL (L.), *Manuel pratique d'Orthochromatisme*. In-18 jésus; 1891 (Paris, Gauthier-Villars et fils).

(3) Voir *Paris-Photographe*, n° 4, 30 avril 1892, p. 141.

(février 1892). Il définit ainsi les qualités que doivent avoir les trois négatifs, qui serviront à obtenir les positifs de projection :

« Les trois négatifs doivent différer entre eux de telle sorte que l'un, que nous appellerons I, ait été impressionné le plus énergiquement par les radiations bleues et violettes, tandis que les jaunes, verts et rouges seront demeurés à peu près inertes à son égard ; que le cliché II ait subi l'action énergique des jaunes et verts, moins fortement celle des bleus et pas du tout celle des rouges ; que le cliché III ait été impressionné seulement par les rayons rouges et jaunes, peu par les verts et pas du tout par les bleus.

» Pour obtenir ce résultat, nous usons d'une plaque dite ordinaire (avec ou sans un écran violet) pour le négatif I, d'une plaque sensible au jaune et au vert avec un écran jaune pour le négatif II, d'une plaque sensible au rouge et au jaune, avec un écran rouge orangé, pour le négatif III.

» Les trois positifs étant tirés, montés comme d'habitude, il faut les projeter et en obtenir une image unique et en couleurs.

» Chacun d'eux est mis dans le porte-objectif d'une des lanternes (*fig.* 63) :

» En arrière du positif, qui correspond au négatif I, celui qui a été impressionné par les radiations bleues, on met un verre bleu violet.

» En arrière du positif correspondant au négatif II, qui a été surtout impressionné par les jaunes et verts, on met un verre vert.

» Enfin, en arrière du positif correspondant au négatif III, qui a subi surtout l'impression des jaunes et rouges, on met un verre jaune orangé. »

Les résultats donnés par cette méthode sont surprenants :

les trois positifs superposés donnent, avant l'interposition des écrans colorés, une image noire; au fur et à mesure que les écrans sont introduits à leurs positions respectives, l'image se teinte, le noir disparaît et enfin on a une épreuve

Fig. 63.

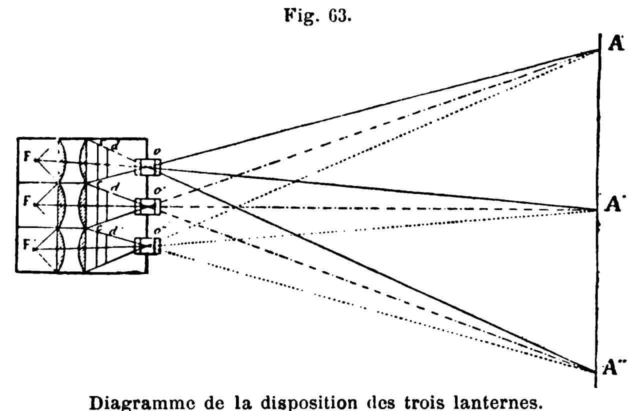


Diagramme de la disposition des trois lanternes.
F, Foyer lumineux; *c*, *c'*, *c''*, verres de couleurs; *d*, *d'*, *d''*, positifs; *o*, *o'*, *o''*, objectifs.
Chacun des faisceaux lumineux est limité par des lignes différentes.

revêtue de toutes les tonalités de la nature, provenant de la combinaison en toutes proportions des rayons colorés plus ou moins tamisés par les positifs noirs.

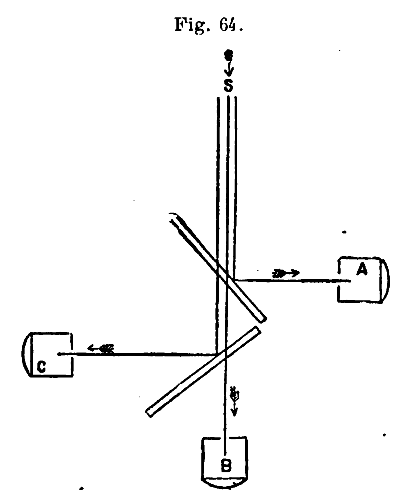
96. Procédés Ives. — En Amérique, M. Ives avait, peu auparavant, montré ces expériences avec un très grand succès, et la presse américaine et anglaise a célébré avec les plus grands éloges une collection de vues de la Yellonstone exécutées par un procédé particulier, revendiqué par M. Ives, mais qui en réalité n'est qu'une application des idées de Ducos du Hauron et de Cros. Nous n'entrerons pas dans les discussions qui ont eu lieu à ce sujet entre

l'inventeur américain, Vogel et bien d'autres, au sujet de la priorité de l'invention, mais nous signalerons le dispositif particulier inventé par M. Ives tant pour produire les épreuves que pour les projeter.

Nous reproduisons ici un article du *Photographic Work*, qui a été traduit pour le journal *Photo-Gazette* (1) :

« M. Ives monte sur la même chambre trois objectifs

Fig. 64.



Dispositif de Ives pour le triage des couleurs.

identiques et, au moyen de réflecteurs, il divise en trois la somme totale de lumière concourant à la formation de l'image, et cela avant que cette lumière soit parvenue aux objectifs. Soit S (*fig.* 64), le faisceau lumineux total émis ou réfléchi par le sujet; les deux réflecteurs obliques

(1) *Photo-Gazette*, n° 8; 25 juin 1892.

divisent ce faisceau de telle sorte que chacun des trois objectifs en reçoit une partie. Les écrans colorés sont placés devant chacun des objectifs ou devant chacune des plaques sensibles. Ce dispositif présente un grand avantage : en effet, il permet de régulariser la somme de lumière reçue par chacune des plaques en modifiant, au moyen des dia-

Fig. 65.

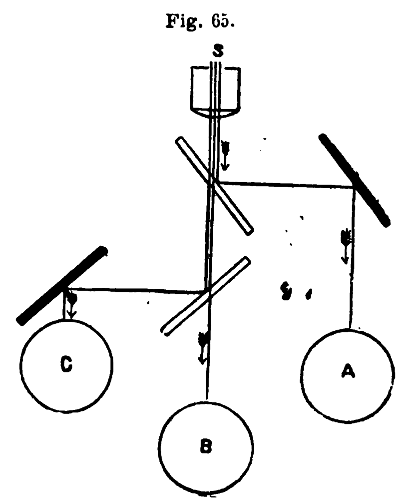


Schéma de l'appareil de projection.

phragmes, l'ouverture des trois objectifs, et de réduire ainsi le temps de pose à une unité. Pour éviter le dédoublement des images produites par les réflecteurs, on se sert de glaces dont les deux surfaces ne sont pas parallèles. Des trois clichés ainsi obtenus, on fait trois positives, et pour les réunir sous l'œil de l'observateur, M. Ives emploie un appareil qu'il nomme *Héliochromoscope*. Les trois clichés sont placés avec leurs écrans colorés respectifs dans l'ap-

pareil et réfléchis par des glaces; en regardant à travers l'oculaire, on trouve les images réunies en une seule reproduisant les couleurs du modèle avec d'autant plus de perfection que les couleurs des écrans auront été mieux choisies. »

Pour les images destinées à être projetées sur l'écran, M. Ives se sert d'un dispositif dont nous allons également reproduire les principaux éléments : les trois lanternes A, B, C (*fig.* 65) reçoivent les trois diapositives qui sont colorées par des verres rouge orange, vert et bleu violet; une série de miroirs les fait converger sur un objectif unique qui les projette sur l'écran.

97. Méthode Lippmann. — M. Lippmann avait, dès 1886, résolu le problème dans son laboratoire de la Sorbonne; l'illustre savant a bien voulu nous faire voir le dispositif qu'il employait, et nous projeter quelques vues obtenues. Les trois épreuves étaient faites sur une même plaque 13×18 : la planchette d'une chambre ordinaire portait trois petits objectifs, rangés sur une même ligne et espacés d'environ 5^{cm} d'axe en axe. Le triage des couleurs était fait à l'aide de trois cuves, à faces de verre, remplies, pour les bleus, d'une solution de sulfate de cuivre, pour les jaunes, d'une solution de bichromate de potasse, pour les rouges, d'une solution d'héliantine : le spectroscope servait à doser les colorations de chaque liquide. Le négatif, obtenu avec des poses convenables pour chaque objectif, fournissait un positif qui était mis dans la même chambre; à la place du verre dépoli, on disposait, derrière les trois images, des verres de couleur convenablement choisis, et on les éclairait fortement; les trois objectifs formaient, sur un écran, une seule image qu'on rendait plus petite en interposant une len-

tille convergente, qu'on amplifiait à l'aide d'une lentille divergente. M. Lippmann, malheureusement, avait cru, dans sa modestie habituelle, qu'il était inutile de parler de cette application spéciale de principes connus, mais de nombreux savants français et étrangers ont eu connaissance de ses travaux. Il était utile, au point de vue historique, de rappeler ce point.

III. – Projections panoramiques.

98. Les panoramas. — Dans une conférence au Conservatoire des Arts et Métiers, M. le commandant Moëssard

Fig. 66.



Le Cylindrographe Moëssard.

avait fait ressortir la valeur des panoramas cylindriques et leur supériorité sur les vues planes, et surtout sur les pa-

noramas polygonaux, c'est-à-dire composés d'une suite de vues planes assemblées. Grâce à l'ingénieux appareil inventé par cet officier, le *Cylindrographe* (*fig.* 66), on obtient, sur une pellicule tendue dans un châssis hémicylindrique, un négatif embrassant près d'un demi-tour d'horizon. Les positifs tirés de ce cliché présentent à plat une perspective absolument déformée; mais, si on les courbe suivant le rayon du cylindre initial, les lignes reprennent leur aplomb et les plans s'étagent d'une façon normale.

Une image courbe d'une aussi grande longueur, par rapport à sa hauteur, n'était pas projetable à l'aide d'une seule lanterne, et, pour arriver au but qu'il s'était proposé, M. Moëssard a dû avoir recours au dispositif suivant, qui a été présenté, pour la première fois, le 13 mars 1892, au Conservatoire des Arts et Métiers.

99. Disposition de l'appareil. — Un grand écran hémicylindrique, de 8^{m} de longueur sur 2^{m},50 de haut, était disposé au fond de l'amphithéâtre; la toile était lacée sur un bâti de bois ayant la forme d'une portion de cylindre de 6^{m} de rayon. Au foyer de cette courbe étaient disposées quatre lanternes oxyhydriques projetant chacune une portion du panorama (*fig.* 67).

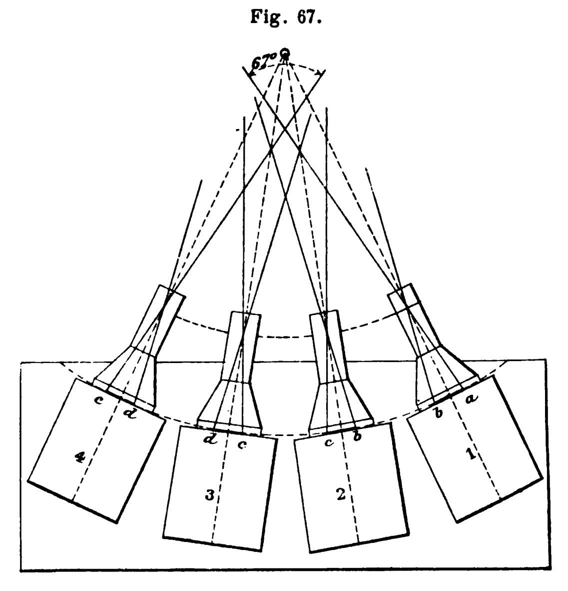
Le point délicat était d'arriver à une exacte juxtaposition des quatre vues, de manière à former un tableau continu ne laissant pas voir les lignes de suture.

Pour arriver à ce but, on a procédé de la manière suivante :

Chaque vue présente sur ses bords une partie commune avec la vue voisine, sur une largeur de quelques millimètres; par un repérage exact, obtenu par des vis de rappel, dans le sens vertical et horizontal, on arrive à faire coïn-

cider exactement les parties semblables, mais on conçoit que, dès lors, la bande commune reçoit un double éclairage et, par suite, doit se projeter avec un éclat plus considérable que dans le reste du tableau. On arrive à égaliser la lumière

Fig. 67.



Dispositif pour les projections panoramiques.

en disposant des écrans mobiles en avant et sur les côtés des cylindres de chaux; en les rapprochant plus ou moins, on intercepte une partie des rayons lumineux sur les bords des images et l'on arrive très rapidement à l'uniformité d'éclairage cherchée.

Projetées de cette façon, les vues panoramiques ont un caractère de grandeur et donnent une illusion de relief ex-

traordinaire. Qu'il nous soit permis de reproduire ici les conclusions d'un article que nous avons écrit dans le *Bulletin du Photo-Club,* au lendemain de cette remarquable expérience.

« Le commandant Moëssard a projeté entre autres un panorama du désert : les vallonnements incultes, sauvages, semblaient s'enfoncer au loin, donnant une idée absolue du caractère à la fois grandiose et désolé du Sahara : c'était bien là, comme l'avait humoristiquement dénommé le conférencier, un panorama philosophique; on avait le sentiment du grand, de l'immense, mais de l'immensité morne, sans vie.

» Signalons aussi la rade de Villefranche, à l'arrivée du Président, au retour de son voyage de Corse, avec ses vaisseaux de guerre enveloppés de la fumée des salves d'honneur; ou encore ce pittoresque coin de Longchamp, un jour de grande revue. Tous les tableaux ont été salués d'un « oh ! » admiratif suivi d'applaudissements répétés, qui s'adressaient à MM. Neurdein qui ont exécuté ces merveilleuses vues, mais aussi surtout à l'inventeur du Cylindrographe, dont l'appareil avait permis la reproduction de ces grandes scènes, où la perspective est rendue avec tant de fidélité.

» Il y a là un nouveau mode de projection des plus intéressants que nous ne serions pas surpris de voir reprendre, un de ces jours, sur une plus grande échelle. »

CONCLUSION.

---

100. — Nous sommes arrivé au bout de la tâche que nous nous étions imposée. Nous savons que nous n'avons pas tout dit, car le sujet est inépuisable, comme inépuisables sont les ressources de l'appareil. Mais nous croyons avoir indiqué suffisamment au lecteur les points principaux, lui avoir montré ce qu'on pouvait attendre de la lanterne de projection. Son succès toujours croissant dans nos sociétés photographiques, son emploi de plus en plus fréquent dans les conférences publiques, sont une preuve certaine de sa valeur, tant au point de vue récréatif qu'au point de vue instructif. A notre époque, où la presse illustrée prend un accroissement si considérable, où le lecteur cherche à s'assimiler plus vite les connaissances diverses dont il a besoin, en exigeant le commentaire du texte par le dessin, la lanterne de projection est devenue le puissant auxiliaire du conférencier, en appuyant sa parole de ces grandes images si fidèlement rendues par la Photographie.

FIN DU TOME SECOND.

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES DEUX VOLUMES.

12

FIN DE L'INDEX ALPHABÉTIQUE.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE III.

Tableaux dessinés et projections diverses.

CHAPITRE IV.

Les châssis passe-vues.

CHAPITRE V.

Les accessoires.

CHAPITRE VI.

Le réglage de la lumière et les effets fondants.

CHAPITRE VII.

La séance de projections.

CHAPITRE VIII.

La fantasmagorie et les projections au théâtre.

CHAPITRE IX.

Les projections scientifiques.

CHAPITRE X.

Projections spéciales.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME SECOND.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

Quai des Grands-Augustins, 55. — Paris.

Envoi franco contre mandat de poste ou valeur sur Paris.

Fabre (**C.**), Docteur ès Sciences. — *Traité encyclopédique de Photographie*. 4 beaux volumes gr. in-8, avec plus de 700 figures et 2 planches; 1889-1891. **48 fr.**

Chaque volume se vend séparément **14** *fr.*

Tous les trois ans, un Supplément, destiné à exposer les progrès accomplis pendant cette période, viendra compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

Premier Supplément triennal (**A**). Un beau volume grand in-8 de 400 pages, avec 176 figures; 1892. **14 fr.**

Fourtier (**H.**). — *Dictionnaire pratique de Chimie photographique*, contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie*, précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une Description détaillée des *Manipulations photographiques*. Grand in-8, avec figures; 1892. **8 fr.**

Fourtier (**H.**). — *Les Positifs sur verre. Théorie et pratique. Les Positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage*. Grand in-8, avec figures; 1892. **4 fr. 50.**

Fourtier (**H.**). — *Les Tableaux de projections mouvementés*. Étude des Tableaux mouvementés; leur confection par les méthodes photographiques. Montage des mécanismes. In-18 jésus, avec 42 figures; 1893. **2 fr. 25 c.**

Fourtier (**H.**), **Bourgeois et Bucquet.** — *Le Formulaire classeur du Photo-Club de Paris*. Collection de formules sur fiches, renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques, Notes et renseignements divers*, divisées chacune en plusieurs Sections. Première Série; 1892. **4 fr.**

Londe (**A.**), Chef du service photographique à la Salpêtrière. — *La Photographie instantanée*. 2e édition. In-18 jésus, avec belles figures; 1890. **2 fr. 75 c.**

Londe (**A.**). — *Traité pratique du développement*. Étude raisonnée des divers révélateurs et de leur mode d'emploi. 2e édition, revue et augmentée. In-18 jésus, avec figures et 4 doubles planches en photocollographie; 1892. **2 fr. 75 c.**

Londe (**A.**). — *La Photographie médicale. Application aux Sciences médicales et physiologiques*. Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches; 1893. **9 fr.**

Lumière (**Auguste et Louis**). — *Les développateurs organiques en Photographie et le Paramidophénol*. In-18 jésus; 1893. **1 fr. 75 c.**

Vidal (**Léon**). — *Manuel pratique d'Orthochromatisme*. In-18 jésus, avec figures et deux planches dont une en photocollographie et un spectre en couleur; 1891. **2 fr. 75 c.**

Paris. — Imp. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins.